



Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Escuela Técnica Superior de Edificación

Título:

**Los residuos de envases y embalajes en edificación residencial.
Patrones de generación y estrategias de mejora de su gestión.**

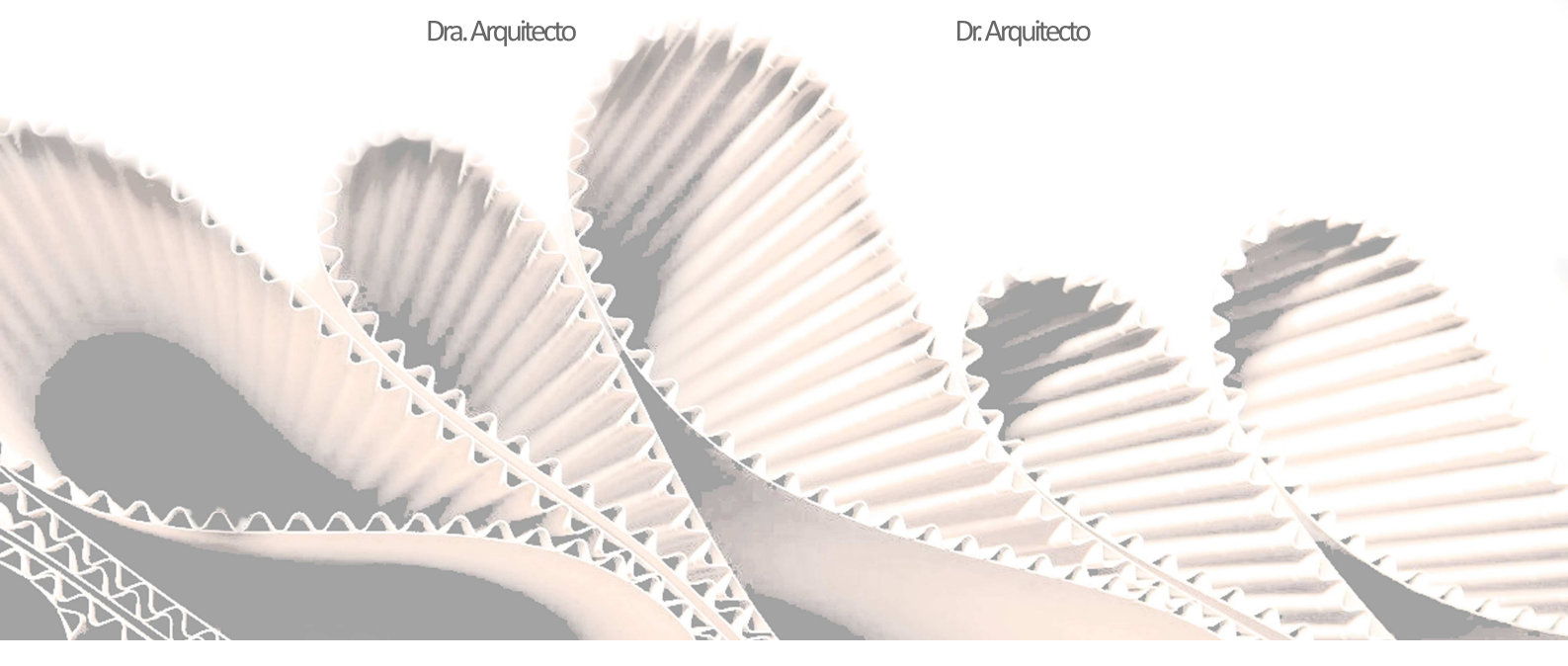
Autor:

Natalia González Pericot
Máster en Técnicas y Sistemas de Edificación

Directores:

D^a Mercedes del Río Merino
Dra. Arquitecto

D. Óscar Liébana Carrasco
Dr. Arquitecto



Para mi padre, quien seguro sonríe orgulloso.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Mercedes, por todo. Sólo decir que me conformaría con algún día llegar a parecerme a ella como directora de futuras tesis. Y a Óscar por su apoyo y confianza, y por facilitarme las cosas cuando lo necesitaba.

A todos los compañeros que han compartido conmigo estos últimos años, y junto con los que he tenido el placer de descubrir lo gratificante que es la docencia, especialmente a Ricardo, con quien tanto he aprendido.

A Manuel Ramos y Fernando Batres, de Arpada, por permitirme disponer de la información relativa a la gestión de residuos de sus obras. A la U.T.E. Centro Botín y a Tamara Guerra, de Bovis, por facilitarme su documentación para la formación en gestión de residuos de su obra en la bahía de Santander.

A Abraham Gil Usero, del Centro de Clasificación y Transferencia de RCD en Morzarzal, y a Ricardo Moreno Picas, del Complejo de Tratamiento Integrado de RCD de Navalcarnero, y la planta de Biometanización y Compostaje de Pinto; por permitirme conocer mejor el sector de los residuos en la Comunidad de Madrid. Al departamento de desarrollo de Cype Ingenieros, por su detallada explicación sobre el funcionamiento del módulo de gestión de residuos de su software Arquimedes.

A mis padres y hermanos por apoyarme, y a mis amigos por entender mis horas de dedicación. A Frank por su paciencia, y a nuestros hijos por inspirarme y recordarme lo más importante.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE.....	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Sostenibilidad.....	14
1.1.1. Origen y evolución de la concepción de Desarrollo Sostenible.....	14
1.1.2. Definición de sostenibilidad.....	16
1.1.3. Concienciación social y economía.....	17
1.1.4. Análisis de Ciclo de Vida (ACV).....	20
1.1.5. Ecodiseño.....	25
1.2. Residuos de construcción demolición y su gestión.....	29
1.2.1. Marco normativo.....	31
1.2.2. Generación y gestión de RCD.....	39
1.2.3. Reutilización de RCD.....	52
1.2.4. Reciclaje de RCD.....	52
1.2.5. Perspectiva socioeconómica del sector residuos.....	55
1.2.6. Fiscalidad de los RCD.....	56
1.3. Envases, embalajes y sus residuos.....	59
1.3.1. Definición, categorización y funciones.....	59
1.3.2. Origen y evolución de los envases.....	62
1.3.2.1. Papel y cartón.....	63
1.3.2.2. Plástico.....	64
1.3.2.3. Madera.....	65
1.3.3. Marco normativo.....	66
1.3.4. Criterios para el diseño de envases y embalajes, y análisis de ciclo de vida.....	69
1.3.5. Generación de residuos de envases y embalajes.....	78
1.3.6. Sistemas de gestión de residuos de envases y embalajes: reciclaje.....	82
1.4. Residuos de envases y embalajes en el sector de la construcción (REEC).....	91
1.5. Responsabilidad Social y Certificaciones en Sostenibilidad.....	94
1.6. Consideraciones del capítulo de Introducción.....	101
2. ESTADO DEL ARTE.....	104
2.1. Investigaciones realizadas sobre RCD y REE.....	104
2.1.1. Investigaciones sobre cuantificación y categorización de RCD.....	104
2.1.2. Trabajos sobre la metodología de estimación de RCD.....	107
2.1.3. Investigaciones sobre ratios de generación de RCD.....	110
2.1.4. Trabajos sobre el comportamiento de los agentes implicados hacia la gestión de RCD y REE.....	115
2.1.5. Estudios sobre procedimientos de gestión.....	127
2.1.6. Investigaciones sobre buenas prácticas en construcción para reducir RCD.....	132
2.2. Iniciativas para mejorar la gestión de REE en los sectores de la construcción y la distribución.....	137
2.2.1. Certificaciones en sostenibilidad: gestión de RCD y aspectos sociales.....	137
2.2.2. Guías y Manuales de Buenas prácticas para la gestión de RCD y REEC.....	146
2.2.3. Buenas prácticas para mejorar el diseño de envases y embalajes.....	151
2.3. Buenas prácticas para la gestión de REEC.....	155

2.3.1. Buenas prácticas en infraestructuras de gestión de RCD.	155
2.3.2. Buenas prácticas implementadas por empresas constructoras.	160
2.3.3. Herramientas de software específico para la gestión de RCD.	165
2.4. Consideraciones del capítulo Estado del Arte.	169
3. OBJETIVOS.	172
4. METODOLOGÍA. PLAN DE INVESTIGACIÓN.	174
4.1. Metodología del OBJ 01: Cuantificación, categorización y estudio económico.	174
4.2. Metodología del OBJ 02: Identificación y localización.	178
4.3. Metodología del OBJ. 03: Comparación de indicadores de gestión.	181
4.4. Metodología del OBJ. 04: Cuantificación del impacto de un eventual eco-rediseño del envase o embalaje de un producto clave.	181
4.5. Metodología del OBJ. 05: Factores que propician comportamientos favorables a la gestión de REEC.	182
4.6. Metodología del OBJ 06: Buenas prácticas para la gestión de REEC.	183
4.7. Metodología del OBJ 07: Propuesta de procedimiento de gestión de REEC para su integración en el sistema de gestión de las empresas.	184
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	188
5.1. OBJ 01 Cuantificación y categorización de RCD.	188
5.1.1. <i>Análisis medioambiental en gestión "real".</i>	188
5.1.2. <i>Análisis económico de la gestión "real".</i>	205
5.2. OBJ 02 Identificación de productos clave y localización de sus fases de obra.	210
5.2.1. <i>Análisis medioambiental del estudio de la gestión teórica.</i>	210
5.2.1.1. Cartón y papel.	220
5.2.1.2. Plástico.	223
5.2.1.3. Madera.	226
5.2.2. <i>Análisis económico en el estudio sobre la gestión "teórica".</i>	227
5.3. OBJ 03 Comparación de indicadores de los distintos sistemas de gestión.	230
5.4. OBJ 04 Cuantificación del impacto de un eventual eco-rediseño del envase o embalaje de un producto clave.	234
5.5. OBJ 05 Factores que propician comportamientos favorables a la gestión de REEC.	239
5.6. OBJ 06 Buenas prácticas para la gestión de REEC.	244
5.6.1. <i>Fabricantes de productos clave.</i>	244
5.6.2. <i>Promotor (productor de los residuos).</i>	245
5.6.3. <i>Equipo de Diseño.</i>	246
5.6.4. <i>Constructor (poseedor de los residuos).</i>	248
5.6.5. <i>Dirección facultativa.</i>	252
5.6.6. <i>Plantas de Tratamiento de RCD.</i>	253
5.6.7. <i>Administraciones Públicas.</i>	253
5.6. OBJ 05 Diseño de procedimiento de gestión de REEC e indicador para medición de impacto.	255
6. CONCLUSIONES	265
6.1. Conclusiones al OBJ 01, Cuantificación y categorización.	265
6.2. Conclusiones al OBJ 02, Patrones de generación de REEC.	265
6.3. Conclusiones al OBJ 03, Valoración de las opciones de gestión de RCD.	267
6.4. Conclusiones al OBJ 04, Cuantificación de impacto del eco-rediseño de producto clave.	267
6.5. Conclusiones al OBJ 05, Factores que propician un comportamiento favorable hacia la gestión de REEC.	267
6.6. Conclusiones al OBJ 06, Buenas prácticas para la gestión de REEC.	268
6.7. Conclusiones al OBJ 07, Procedimiento de gestión de REEC.	269

7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA	270
8. BIBLIOGRAFÍA	272
9. INDICIOS DE CALIDAD.....	284
10. ÍNDICE DE TABLAS	286
11. ÍNDICE DE FIGURAS	288
12. SIGLAS Y ACRÓNIMOS	290
13. TERMINOLOGÍA.....	292
14. ANEXOS.....	296
14.1. Lista de comprobación técnica GST 2: Código de Conducta Social y Medioambiental del Constructor. BREEAM ES.....	296
14.2. Hoja de recogida de datos de albaranes de RCD de OB06.....	304
14.3. Detalle de REEC generados en cada capítulo para la obra OB04.	313
14.4. Hoja de recogida de datos de capítulo de revestimientos para los distintos embalajes.....	318
14.5. Plan de Gestión de Residuos de OB06 realizado por ARPADA, S.A.....	319
14.6. Plan de Gestión de Residuos de OB06 generado con el software de CYPE Ingenieros.....	333
14.7. Documentación de formación a subcontratistas, U.T.E. Centro Botín.	351
14.8. Reportaje fotográfico de Mejores Prácticas en Gestión de Residuos, Obra Centro Botín.....	353
14.9. Modelo de Certificado para Obras de Edificación	355
14.10. Certificado de participación: Grupo de Trabajo RESIDUOS, BREEAM ES.....	356

RESUMEN

Uno de los retos a los que se enfrenta la humanidad es la demanda de una sociedad con casi cero residuos: la búsqueda de una economía más eficiente en el uso de los recursos teniendo en cuenta el cambio climático y un abastecimiento sostenible de materias primas que permitan satisfacer las necesidades de una población mundial cada vez mayor, dentro de los límites sostenibles de los recursos naturales del planeta. Abordar este desafío implica la recuperación y reciclaje de materiales para reducir consumos de materias primas y, para ello, debe promoverse la innovación en la prevención y gestión de residuos, como estrategia hacia un desarrollo urbano sostenible.

Los envases y embalajes forman parte de la cultura actual, relacionándose con el grado de desarrollo de países y regiones; el sector de la construcción no es ajeno a la problemática y genera un importante volumen de embalajes en las obras que no se gestionan de forma adecuada. El modelo de gestión de Residuos de Construcción Demolición (RCD) actual es poco eficaz, ya que los vertederos siguen recibiendo grandes cantidades de residuos valorizables. La normativa ha conseguido minimizar las prácticas ilegales, pero se comprueba que la gestión actual de los RCD en obra deja en manos de las plantas de tratamiento la misión de separar los residuos según su naturaleza y los datos aportados por las distintas plantas no permiten afirmar el grado de alcance de dicho objetivo, ni el destino de los mismos. Los envases y embalajes son un tipo de residuos que por su naturaleza suponen una fuente de recursos valorizables y por ello están presentes en directivas y leyes, dirigidas fundamentalmente al sector de la alimentación. En el ámbito de la construcción, hasta la fecha, no se habían tratado de forma específica, motivo que justifica este trabajo.

Esta Tesis Doctoral tiene como objetivo principal mejorar la gestión de residuos de embalajes procedentes de materiales de construcción. Para ello se estudia un importante conjunto de obras de edificación residencial colectiva de 1173 viviendas, análisis que llevará a conocer los patrones de producción de los Residuos de Envases

y Embalajes en Construcción (REEC) e identificar los productos o materiales responsables de su generación. La monitorización realizada, permitirá diseñar estrategias específicas que minimicen la generación de estos residuos y optimicen su valorización. Se ha podido comprobar que el tratamiento particularizado de los REEC puede mejorar los resultados de la gestión del conjunto de RCD, debido a que, al no mezclarse, se elimina un importante agente contaminador de los residuos inertes.

Las obras analizadas alcanzan un nivel de segregación in situ muy bajo, y los capítulos de cerramientos e instalaciones suman más del 50% del global de REEC. Particularizando en cada tipo de material, el cartón predomina en los trabajos de electricidad, el plástico en las particiones y la madera en fachadas. Se evalúa la opción del eco-rediseño para uno de los embalajes predominantes, y se identifican estrategias para minimizar su impacto.

Se comprueba que el ahorro en la gestión de RCD en caso de impulsar la segregación in situ no es muy significativo en las obras estudiadas, si bien se demuestra que la viabilidad económica es el factor más importante para motivar a las empresas constructoras. Las Administraciones Públicas deberían incentivar la gestión responsable, estableciendo medidas de control en las plantas de tratamiento e implementando en sus obras medidas de gestión de RCD ejemplares para el mercado. Una adecuada planificación de la obra, y formación específica para el personal son medidas que facilitan la segregación in situ y mejoran los resultados. Los promotores, mediante su relación contractual con el resto de agentes, tienen la capacidad de establecer objetivos de reducción, planificación y gestión sostenible de los REEC.

Por último, se propone un sistema de gestión de REEC, integrable dentro del Sistema de Gestión de la empresa constructora, que permite evitar que residuos valorizables tales como los envases y embalajes se envíen a vertedero, guiando al sector hacia un futuro más respetuoso, alineado con el desarrollo sostenible.

ABSTRACT

One of the challenges humanity faces is the demand of an almost zero waste society: the search for a more efficient economy in the use of resources, taking into account climate change and a sustainable supply of raw materials, that meet the needs of an increasing world population within the sustainable limits of the planet's natural resources. Addressing this challenge involves the recovery and recycling of materials to reduce consumption of raw materials, so innovation must therefore be promoted in the prevention and management of waste, as a strategy towards a sustainable urban development.

Packaging is part of our current culture and is related to the degree of development of countries and regions; the construction sector is no stranger to this problem and generates a significant amount of packaging waste in the site works, which nowadays is not managed properly. The current Construction Demolition Waste (CDW) management model is ineffective, since landfills continue to receive large amounts of recoverable waste. The legislation has managed to minimize illegal practices, but it has been observed that the current management of CDW in the analysed works leaves the mission of separating waste according to their nature to the plants, and data provided by the latter does not allow for checking the scope of this objective, nor the destiny of the waste. Packaging is a type of waste which, by its nature, represents a source of recoverable resources and is therefore present in directives and laws, focused primarily on the food industry. It has not been specifically treated to date in the construction field, hence the reason that justifies this work.

This Thesis aims to improve the management of packaging waste from construction materials. An important set of residential building works with 1173 dwellings is analysed, which leads to knowledge on the production patterns of packaging waste (PW) in the construction industry, and the identification of the products responsible for its generation. The monitorization also allows for the design of specific strategies

which minimise the generation of waste and optimize recovery. It has been found that the individualized treatment of PW can improve the results of the management of the whole CDW since, when not mixed, a major pollutant of inert waste is removed.

The analysed works reached a very low segregation level and the façades and building services phases account for more than 50% of the overall PW. Focusing on each type of material, cardboard predominates electricity works, plastic on partitions and wood on façades. Eco-redesign is evaluated for one of the predominant packages, and strategies are identified to minimise their impact are .

There is evidence that the savings in the CDW management in case of promoting segregation on site are not very significant at the studied works, although economic feasibility is the most important factor to motivate the construction companies. Public Administrations should encourage responsible management, establishing control measures in treatment plants and implementing CDW management exemplary measures on their work sites for the market. A proper planning of the works and specific training for the personnel are measures that facilitate in situ segregation and improve outcomes. The developers, through their contractual relationship with the other agents, have the ability to set reduction targets, planning and sustainable management of PW.

Finally, a management system for PW is proposed, integrated within the Management System of the construction company, which aims to avoid that recoverable waste such as packaging is sent to landfill, leading the industry towards a more environmentally friendly future, aligned with sustainable development.

1. INTRODUCCIÓN

Esta Tesis Doctoral se incluye en una línea de investigación que tiene como objetivo la mejora de la gestión de Residuos de Construcción Demolición (RCD), centrándose en los residuos de embalajes por ser una corriente poco estudiada en el ámbito de la construcción, a pesar de que sus residuos alcanzan un volumen importante, suponiendo un importante agente contaminante para el resto de RCD. El conocimiento de sus patrones de producción permitirá mejorar su gestión y con ello la del conjunto de residuos que se generan en construcción.

En este capítulo se desarrollarán los siguientes apartados:

- Sostenibilidad
- Residuos de Construcción Demolición y su gestión
- Envases, Embalajes y sus Residuos
- Residuos de Envases y Embalajes en el sector de la Construcción
- Responsabilidad Social y Certificaciones en Sostenibilidad
- Consideraciones del Capítulo de Introducción

1.1. Sostenibilidad.

1.1.1. Origen y evolución de la concepción de Desarrollo Sostenible.

La creciente concienciación de la sociedad actual en cuestiones relacionadas con la sostenibilidad no es reciente; hace ya cuatro décadas, en 1972 el Club de Roma publicó un informe encargado al MIT, *The limits to growth*, liderado por Donella Meadows (Meadows, 1972), donde a partir de uno de los primeros modelos informáticos de su género, los autores analizaban la evolución de tres variables: la demografía, la contaminación y los recursos naturales. Su principal conclusión fue que si el actual incremento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos naturales se mantenían sin variación, se alcanzarían los límites absolutos de crecimiento en la Tierra durante los próximos cien años. Posteriormente se publicaron varias

actualizaciones del informe: en 1992 indicándose que ya se había superado la capacidad de carga del planeta para alimentar a la población existente (Meadows et al, 1993); y recientemente en 2012, con la edición en francés del libro *Les limites à la croissance (dans un monde fini)* (Meadows et al, 2012), donde los autores realizan propuestas de transiciones para evitar el colapso.

También en 1972 tuvo lugar en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas *Solo una Tierra* (De Sesiones, S.C.P., 1972), donde se propuso la reconciliación entre el medio ambiente y el desarrollo económico, creándose el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El concepto de sostenibilidad, término frecuentemente asimilado al de Desarrollo Sostenible, fue introducido en el debate político internacional por primera vez con el Informe Brundtland *Our common future* (Brundtland, 1987), que lo definía así:

"Desarrollo Sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades."

Como resultado de la Cumbre de la Tierra que tuvo lugar en Río de Janeiro en 1992 (CMNUCC, 1992), ciento cincuenta y dos líderes mundiales firmaron acuerdos relacionados con la biodiversidad, desertificación, marco para el cambio climático y principios para una gestión sostenible de los bosques, quedando reflejados en el documento Agenda 21 (ONU, 1992). Las dimensiones del debate trascendieron las fronteras nacionales e industriales, incluyendo temas como la exportación de contaminación a países en vías de desarrollo, equidad internacional en la normativa medioambiental, sostenibilidad de la población y crecimiento industrial de cara a los limitados recursos en el planeta.

Pero la iniciativa más importante para la lucha contra el cambio climático tuvo lugar en 1998 con el Protocolo de Kioto, firmado por 37 países industrializados y la Unión Europea. Se trata de un instrumento jurídico internacional destinado a luchar contra

el cambio climático, y contiene los compromisos asumidos por los países industrializados de reducir sus emisiones; por último en 2002 se firmó el primer periodo de compromiso (2008-2012) para reducir las emisiones totales de los países desarrollados en al menos un 5% con respecto al nivel de 1990.

1.1.2. Definición de sostenibilidad.

Del término sostenibilidad pueden encontrarse numerosas definiciones; cabe destacar la del Profesor Justo García Navarro, que define *sostenibilidad* como un triángulo de equilibrios entre lo ecológico, lo económico y lo social: un espacio de compromiso cuyo lugar común ha sido definido por algunos autores como *solidaridad* (García Navarro, 2013). La definición refleja la indiscutible conexión entre los tres factores necesarios para alcanzar la condición de sostenible. Profundizando en el término sostenibilidad para encontrar su relación con los residuos, el desarrollo sostenible implica la aceptación de límites al denominado progreso, subordinando la ciencia, la tecnología y la economía a las necesidades sociales, y siempre respetando las posibilidades de renovación de los recursos naturales, así como la capacidad de absorción de desechos que tiene el medio físico (Murga Menoyo, 2013).

Una vez introducido el origen y concepto de sostenibilidad, aplicable en multitud de ámbitos, se traslada al contexto de la edificación, para lo que se consulta el glosario de sostenibilidad en la construcción de AENOR (Diez Reyes et al, 2000), donde se define *edificación sostenible* como:

"Aquella que, desde planteamientos respetuosos con el medioambiente, utiliza adecuadamente el agua y los distintos tipos de energía, selecciona desde el proyecto y aplica eficientemente durante la obra recursos, tecnologías y materiales; evita los impactos medioambientales, gestiona los residuos que genera su ciclo de vida; busca un mantenimiento y conservación adecuados del patrimonio construido; reutiliza y rehabilita siempre que sea posible y, además y finalmente, resulta más saludable."

Se comprueba que en el ámbito de la edificación, la sostenibilidad requiere la consideración de los consumos de agua, energía y recursos, además de los materiales y los residuos, junto con la perspectiva del uso del edificio, y la gestión al fin de su vida útil. La naturaleza es incapaz de absorber todos los residuos que genera la actividad humana a la velocidad que se producen, y la edificación está íntimamente ligada a estas actividades, lo que hace necesario desarrollar mecanismos de gestión para minimizar y aprovechar los residuos producidos como nuevos recursos.

1.1.3. Concienciación social y economía.

Leo Hickmann en su libro *A Good Life. The Guide to Ethical Living* (Hickmann, 2005) trata de resolver la pregunta que en las últimas décadas muchos se planteaban en el Reino Unido: ¿estamos seguros como sociedad, de estar moviéndonos en la dirección adecuada?. *Ethical Living* pretende promover una mentalidad que abraza una mayor conciencia social y responsabilidad sobre las acciones propias, sobre la visión a largo plazo contra el corto plazo, un movimiento desde la cultura del *yo* hacia la cultura del *nosotros*. En el libro, el término *ética* significa asumir la responsabilidad personal, lo que a su vez significa considerar la sostenibilidad de todo lo que se hace. Esto implica reconsiderar nuestra forma de vida y modificar hábitos para tratar de reducir el impacto de nuestra actividad sobre el medio.

En el ámbito empresarial, la consideración del medio ambiente por parte del marketing es un cuestión tenida en cuenta hace pocos años (Calomarde, 2000). El marketing ecológico tiene en cuenta las repercusiones, positivas o no, de las acciones empresariales sobre el medio natural. Según J.V. Calomarde, las tres relaciones del sistema económico empresarial con el medio ambiente son:

- Suministrador de los inputs necesarios para el proceso productivo (agua, aire, minerales, cultivos, etc.)
- Suministrador de los servicios relacionados con su disfrute (contemplación de paisajes naturales, actividades al aire libre, etc.)

- Depósito de los residuos generados en las actividades empresariales (basureros, gases de combustión, residuos nucleares, etc.)

Si bien el medio ambiente es capaz de absorber una parte de los residuos, incluyéndolos dentro de los ciclos naturales, un exceso de residuos provoca que la función de depósito de la naturaleza crezca tanto, que impida el desarrollo del resto de las funciones para un desarrollo sostenible: contaminando los recursos, eliminando el placer de un paisaje no contaminado, etc. Concluye Calomarde con el doble reto al que se enfrenta el marketing ecológico: la expansión de los mercados y el equilibrio con la naturaleza.

Los movimientos relacionados con la concienciación social, tanto individual como colectiva, continúan surgiendo. En 2011 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente publica un documento titulado *Hacia una economía verde* (PNUMA, 2011), donde considera que ésta debe mejorar el bienestar del ser humano y la equidad social, a la vez que debe reducir significativamente los riesgos ambientales y la escasez de materias primas, de energía, de tierras etc. Indica que una economía verde sería aquella que tiene bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente. El concepto de economía verde no sustituye al de desarrollo sostenible, pero hay un creciente reconocimiento de que el logro de la sostenibilidad requiere casi indispensablemente de una economía adecuada y correcta, que aborde los problemas como la marginación social y el agotamiento de recursos. Una de las principales conclusiones del citado informe del PNUMA reconoce que una economía verde promueve el crecimiento, la generación de ingresos y la creación de puestos de trabajo, y que la disyuntiva entre el progreso económico y la sostenibilidad ambiental es un mito, en particular si la riqueza se mide teniendo en cuenta los bienes naturales y no solamente el rendimiento producido.

La preocupación por cuestiones medioambientales queda reflejada en una encuesta realizada a nivel europeo que analiza la conciencia social generada en torno diversas problemáticas, entre ellas los residuos. Según el Eurobarómetro *Attitudes of*

European Citizens Towards the Environment, el incremento de los residuos se consideraba como uno de los cuatro problemas ambientales más importantes para el 43% de los europeos en 2011. Los tres primeros eran contaminación del aire, contaminación del agua e impacto en la salud de químicos presentes en productos de uso cotidiano (Tabla 1).

Cuestión medio ambiental	%
Contaminación del aire	56%
Contaminación del agua (mares, ríos, lagos, etc.)	50%
Impacto en salud de químicos usados en productos de uso diario	43%
La creciente cantidad de residuos	43%
Agotamiento de recursos naturales	36%
Contaminación agricultura (uso de pesticidas, fertilizantes, etc.)	29%
Escasez de agua potable	27%
Pérdida o extinción de especies y sus hábitats, y de ecosistemas naturales	26%
Nuestros hábitos de consumo	24%
Problemas urbanos (atascos, contaminación, falta de espacios verdes)	23%
Utilización del suelo (se utiliza más suelo para construir carreteras o ciudades, y estas se expanden al suelo circundante)	15%
Contaminación por ruido	15%
Degradación del terreno	13%
La invasión de plantas y animales no nativos dañinos	11%
Otros (espontáneos)	1%
Ninguno (espontáneos)	1%
No sabe	0%

Tabla 1. Listado de respuesta a las principales preocupaciones medioambientales de los Europeos. Fuente: Special Eurobarometer 416.

También en el marco europeo, en el Programa de Trabajo para 2014-15 *Climate action, environment, resource efficiency and raw materials* (Europa 2020) se pone de manifiesto la transcendencia de los asuntos relacionados con residuos y reciclaje,

donde dentro de la convocatoria "*Waste: A Resource to Recycle, Reuse and Recover Raw Materials - Towards a near-zero waste society*" existen tres líneas directamente relacionadas con el objeto de la investigación, de las que se resume el alcance por su interés y relación con la investigación:

1) *WASTE-3-2014: Recycling of raw materials from products and buildings*. Desarrollo de soluciones para una mejor recuperación de materias primas tales como plásticos y maderas procedentes de RCD, cuyo origen es fundamentalmente embalajes. El desarrollo de esta línea contribuiría a reintroducir en el ciclo productivo residuos actualmente no explotados, ralentizando la demanda de algunas materias primas.

2) *WASTE-4-2014/2015: Towards near-zero waste at European and global level*. La complejidad y heterogeneidad de las distintas corrientes de residuos requiere de coordinación y trabajo en equipo entre investigadores, emprendedores y autoridades públicas para armonizar las tecnologías, procesos y servicios. Esto les permitirá beneficiarse del benchmarking, compartir mejores prácticas y utilizar o desarrollar estándares para elevar los ratios de reciclaje.

3) *WASTE-6-2015: Promoting eco-innovative waste management and prevention as part of sustainable urban development*. Las propuestas deben aportar soluciones o estrategias eco-innovadoras de manera interdisciplinar, implicando a autoridades locales, ciudadanos y agentes relevantes.

1.1.4. Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Científicos, economistas y políticos han ratificado desde comienzos del siglo XXI asuntos críticos para la humanidad tales como el agotamiento de los recursos fósiles y las emisiones de efecto invernadero, que conducen al cambio climático, lo que ha provocado una mayor concienciación en la sociedad con respecto a los problemas medioambientales (IPCCC 2001; Bakker, 2006).

En el ámbito de la edificación, el impacto ambiental de un edificio es la suma de los impactos generados por su construcción en su término más amplio (materiales que lo componen, residuos que genera) y durante su uso, es decir, a lo largo de todo su ciclo de vida.

Una de las herramientas utilizadas para evaluar la sostenibilidad es el ACV, un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía, como los vertidos de todo tipo al entorno. Este proceso determina el impacto de ese uso de materia y energía y de esas descargas al medio ambiente, para evaluar y llevar a la práctica oportunidades de realizar mejoras ambientales. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de extracción y proceso de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final. La figura 1 muestra el ciclo de vida de un producto envasado:

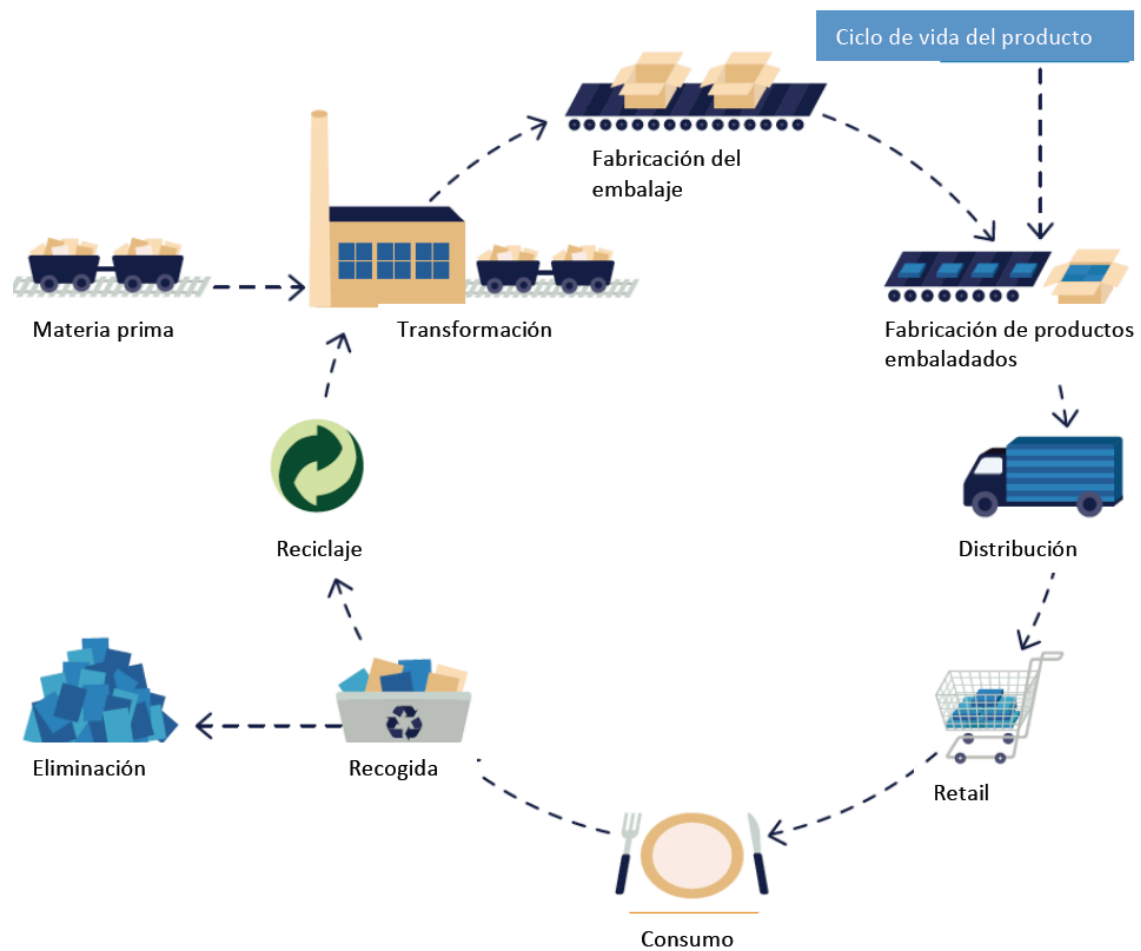


Figura 1. Ciclo de vida del producto envasado. Fuente: www.europen-packaging.eu

La UNE-EN ISO 14040 define el ACV como la *Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida*. La figura 2 refleja los impactos de ciclo de vida de un envase.

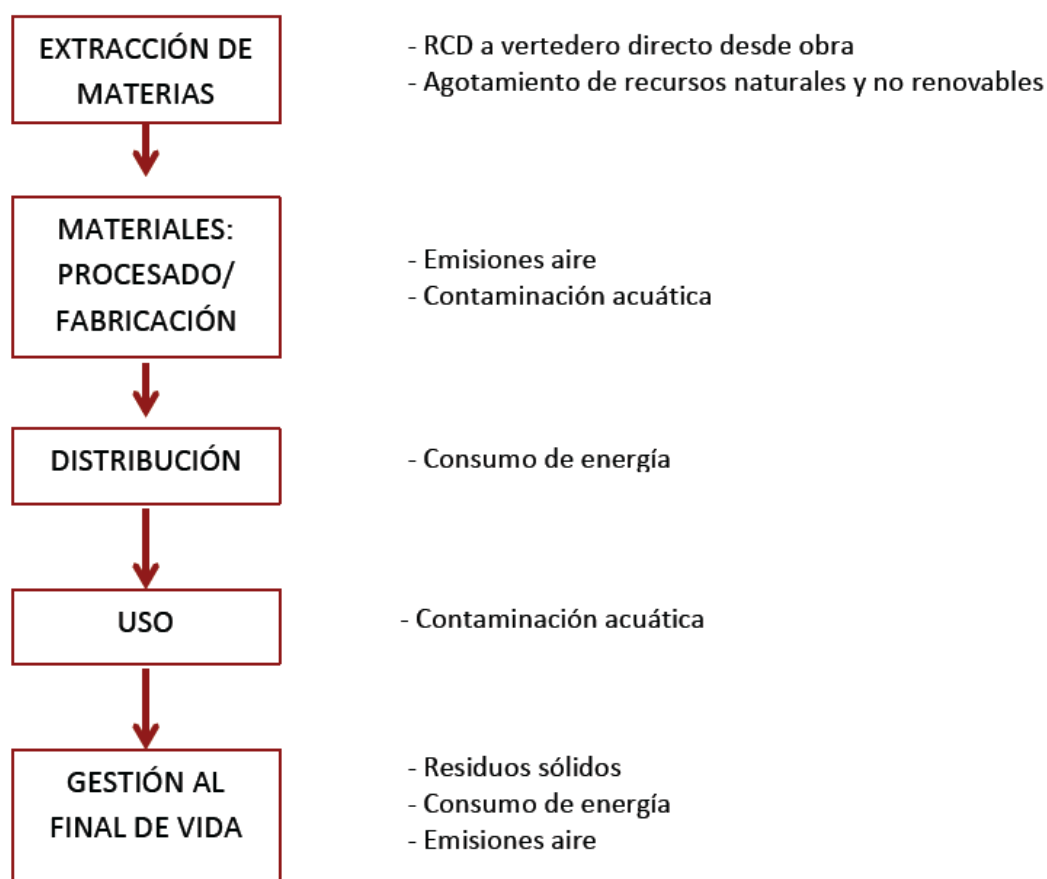


Figura 2. Impactos del ciclo de vida del envase. Fuente: European Protection Agency, 2000.

La metodología ACV tiene gran importancia como herramienta de decisión y como base para establecer directrices de actuación tanto a nivel de política y legislación medioambiental respecto a envases y embalajes, como a nivel de empresa.

La serie de normas ISO 14.040 estandariza la metodología del análisis de ciclo de vida, dividiéndolo en cinco etapas:

1) Definición de objetivos y ámbito del estudio. Es la primera fase del estudio y probablemente la más importante, puesto que en ella se establecen los cimientos sobre los cuales se construirá el resto del ACV: la definición del propósito del estudio, el alcance del estudio (define el sistema y sus límites conceptuales, geográficos y temporales), el establecimiento de la unidad funcional, la metodología utilizada y el procedimiento para garantizar la calidad de los datos, así como las hipótesis clave y las limitaciones del estudio. El sistema de producto es aquel

conjunto de procesos unitarios y subsistemas conectados material y energéticamente que realizan una o más funciones definidas. Se suele representar mediante un diagrama de flujo.

2) Análisis de inventario. La etapa de inventario es básicamente un proceso técnico de recogida de datos para cuantificar las entradas y salidas al sistema, generalmente dividido en etapas y éstas a su vez en procesos unitarios (es decir, la energía y materia consumidas, las emisiones al aire, agua y suelo, y los coproductos resultantes durante el ciclo de vida completo de un producto, proceso o actividad). Los datos que se obtienen quedan agrupados en diversas categorías dentro de una tabla de inventario.

3) Evaluación del impacto. La fase de evaluación de impacto ambiental es un proceso que pretende identificar y caracterizar los efectos sobre el medio ambiente del objeto de estudio, utilizando los resultados obtenidos durante la fase de inventario. Los datos procedentes del análisis de inventario son agrupados en diversas categorías en base al impacto sobre el medio al cual pueden contribuir. Posteriormente se realiza la cuantificación causa-efecto y, si es posible, la agregación del impacto producido por los agentes contaminantes dentro de una categoría de impacto.

4) Resultados: interpretación del ciclo de vida. Es la última fase del ACV, donde se presentan de manera sintética y transparente los resultados obtenidos a lo largo del estudio, se explican las limitaciones y se identifican y jerarquizan las opciones para reducir los impactos o las cargas ambientales del sistema. Permite ya generar estrategias de mejora, sobre todo en lo concerniente al diseño y rediseño de productos.

5) Revisión crítica. Se realiza para asegurar la calidad del estudio y verificar que los datos concuerdan con los objetivos planteados, las interpretaciones reflejan las limitaciones del estudio y el informe es transparente.

Durante la etapa de producto de cada uno de los materiales se diseña no sólo el material, sino también el embalaje que lo protegerá y transportará, adaptándose a las condiciones impuestas por el diseño del material. El impacto medioambiental generado por los residuos de embalajes de materiales de construcción, más allá de la mayor o menor eficacia en la gestión del residuo en la obra, viene marcado por el diseño en un sentido amplio (embalaje incluido) del producto en su origen, es decir, durante la etapa de producto. Un producto que emplea un embalaje bien dimensionado, reutilizable, reciclable o biodegradable, resultará un producto más adecuado con respecto a otro que contenga un exceso de embalaje, y no sea biodegradable.

1.1.5. Ecodiseño.

El ecodiseño surge como una respuesta a la necesidad de introducir criterios ambientales en las fases de producción, distribución, utilización, reciclaje y tratamiento final del producto con el propósito de prevenir o reducir el impacto ambiental durante todo su ciclo de vida (fig. 3). El ecodiseño es por tanto una estrategia de diseño de productos, de forma que estos generen el mínimo impacto ambiental posible a lo largo de todo su ciclo de vida, y como estrategia, requiere del compromiso de la empresa fabricante.

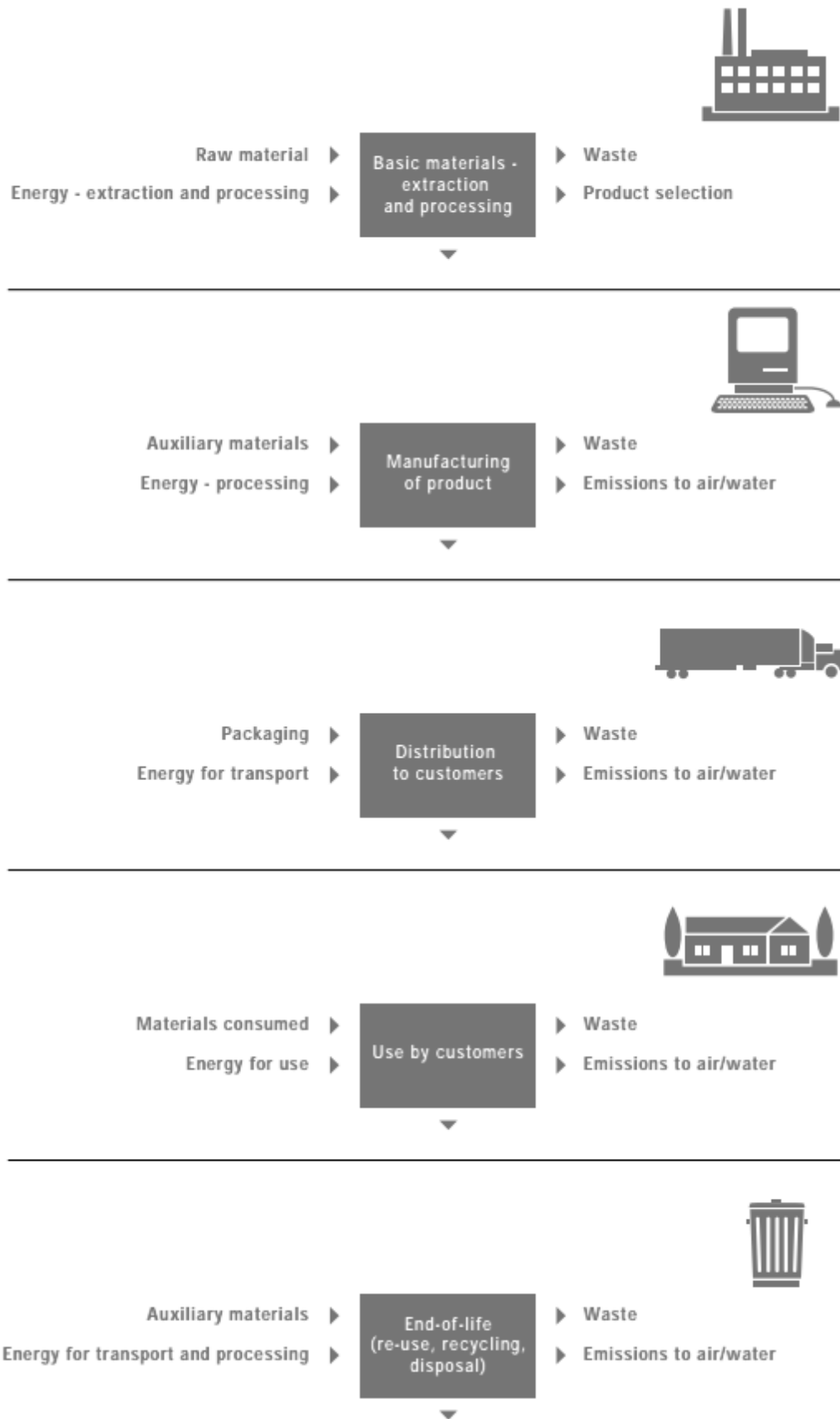


Figura 3. Impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de vida. Fuente: *Introduction to EcoReDesign*, Center for Design at RMIT, 1997.

La metodología de ecodiseño incorpora criterios ambientales en la fase de diseño de un producto. La variable ambiental se considera como un requerimiento más del producto, que se suma al resto de convenciones, tales como el coste, la seguridad, la utilidad, etc. La aplicación de esta variable no ha de afectar al resto de propiedades del producto: se trata de combinar precio y mejora ambiental con el objetivo de fabricar productos con un impacto global reducido, asociado a todo su ciclo de vida, a precios competitivos.

Bethany Murray, en el documento denominado *Embedding environmental sustainability in product design* (Best Foot Forward, 2013), trata de guiar a investigadores y directores de desarrollo para el diseño de productos sostenibles, ya que afirma que el 80% de los impactos de los productos se definen durante su etapa de diseño, por lo que se debe fomentar la economía circular para reducir los residuos y aumentar la eficiencia de recursos.

Se considera que las siguientes acciones forman parte del ecodiseño:

- Concepción de los productos teniendo en cuenta su ciclo de vida (obtención de materiales, producción, distribución, uso, fin de vida)
- Incorporación de criterios ambientales en el diseño de un producto y en sus fases de producción, distribución, utilización, reciclaje y tratamiento final:
 - Consumo de energía, agua y recursos
 - Uso de materiales y energías renovables
 - Utilización de materias primas menos contaminantes
 - Incorporación de materiales reciclados y reciclables
- Reducción de la carga ambiental (residuos y emisiones) asociada al ciclo de vida del producto

Cuando el ecodiseño tiene en cuenta criterios de mejora económica se habla de ecodiseño eficiente. Éste considera la reducción de costes asociados al producto, al mismo tiempo que aconseja una disminución progresiva de los impactos ambientales y la utilización intensiva de los recursos en todas las etapas de su ciclo

de vida. Si los criterios ambientales y económicos consideran criterios de igualdad, se habla de ecodiseño sostenible: aquel capaz de diseñar productos que puedan satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las generaciones futuras, contabilizando mejoras ambientales a lo largo de su ciclo de vida con mejoras del balance económico del producto y el consumo responsable.

La incorporación de criterios ambientales para la prevención o reducción del impacto ambiental de los productos puede hacerse en productos existentes o en las etapas iniciales de diseño de un nuevo producto. De este modo, se habla de ecodiseño cuando se trata del diseño de un nuevo producto teniendo en cuenta criterios ambientales, y de ecorediseño cuando se rediseña un producto existente teniendo en cuenta los mismos criterios.

1.2. Residuos de construcción demolición y su gestión.

La Directiva Marco sobre Residuos (DMR) 2008/98/CE define residuo como *"cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse"* (Parlamento Europeo, 2008).

En el ámbito de la construcción, el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, sobre el que se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, entiende por Residuo de Construcción Demolición (RCD) *"las sustancias u objetos que, cumpliendo la definición de residuo incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición"* (Gobierno de España, 2008). Por otro lado, la Ley 5/2003 de 20 de marzo de Residuos de la Comunidad de Madrid define los RCD como *residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluyendo los de obra menor y reparación domiciliaria* (Comunidad de Madrid, 2003).

La producción de RCD está íntimamente relacionada con la actividad del sector de la construcción, tanto en el caso de nueva construcción como en el de demoliciones motivadas por envejecimiento y obsolescencia de los edificios. Los RCD constituyen el 35% del total de los residuos sólidos en el mundo (Construction Materials Recycling Association, 2005; Hendriks & Pietersen, 2000), y aunque la coyuntura económica de los últimos seis años ha reducido drásticamente el ritmo de la construcción y con ello sus residuos, en el año 2000 en España se estimaba que el 70% del total de los residuos eran RCD (Hendriks & Pietersen, 2000). Por otro lado, el Ministerio de Agricultura y Medioambiente indica que con carácter general, el 60-70% de la composición de los RCD son materiales minerales (tierras, hormigón, ladrillos, cerámicos), formando el resto cantidades variables de residuos de madera, metal, yesos, plásticos, etc. Asimismo, el Plan Regional de RCD (2006-2016) de la Comunidad de Madrid cuantifica la generación de RCD entre 2 y 3 kilogramos por habitante y día, suponiendo una tasa notablemente superior a la de los residuos sólidos urbanos; el valor promedio de producción es próximo a 1000 kg/habitante y

año (Plan de Gestión Integrada de RCD de la Comunidad de Madrid 2002-2011). Estas cifras justifican la aparición de normativas, acciones e investigaciones sobre generación de RCD, encaminadas a impulsar la adopción de medidas que garanticen una adecuada gestión de RCD, estableciendo obligaciones para los agentes intervinientes y en definitiva regulando el proceso.

La categorización de los RCD puede realizarse en función de su origen: obras de construcción u obras de demolición. Asimismo, el Plan Regional de RCD de la Comunidad de Madrid (2006-2016) clasifica los residuos en dos grupos fundamentales, de acuerdo con sus características y origen (Comunidad de Madrid, 2006): Tierras y materiales pétreos (RCD-Nivel I), Escombros (RCD-Nivel II), siendo estos últimos los que el Plan identifica por defecto como RCD. La mayor parte de los RCD se consideran como Residuos Inertes (RI).

Según la Ley 5/2003 de 20 de marzo de residuos de la Comunidad de Madrid, son residuos inertes *"aquellos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas"* (Comunidad de Madrid, 2003).

Por último, la categorización más pormenorizada de residuos es la establecida según el sistema de codificación de la Lista Europea de Residuos (LER) inicialmente publicada en la Orden MAM/304/2002 (Gobierno de España, 2002), que abarca todo tipo de residuos, dedicando un capítulo específico para los RCD (capítulo 17). Existen residuos tales como los envases y embalajes, que al poder ser generados en otros contextos distintos al de la construcción, se localizan en otros capítulos, por no ser

específicos del ámbito de la construcción. La lista LER clasifica los residuos en tres niveles de desagregación:

- El primer nivel, correspondiente a los capítulos, es representado mediante un código numérico de 2 cifras (17 RCD -incluida tierra excavada)
- El segundo nivel, correspondiente a los subcapítulos, añade dos cifras al indicador del capítulo, enmarcando el tipo de residuo dentro de un grupo de materiales (17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos)
- El tercer nivel codifica pormenorizadamente el residuo, una vez definido su capítulo y subcapítulo (17 01 01 Hormigón)

1.2.1. Marco normativo.

En España, la primera aparición del concepto del residuo en la normativa aparece en 1975, con la Ley 42/1975 de Desechos y residuos sólidos. Esta ley incluía los escombros procedentes de construcción y obras menores de reparación domiciliaria dentro del ámbito de competencia municipal (Jefatura del Estado, 1975), lo que dio lugar a la creación de innumerables vertederos municipales, planteados desde criterios de ahorro económico, sin ningún tipo de clasificación ni tratamiento previo, y en muchos casos sin ningún tipo de control ambiental.

Posteriormente, la Ley 10/1998 de residuos reguló los residuos con carácter general, en base a los requerimientos de la Directiva Marco 91/156/CEE (Parlamento Europeo, 1991). La Ley indica que tendrán consideración de residuos los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias, y que más adelante será derogado por la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Orden MAM/304/2002.

La Ley 10/98 limita la competencia de los Entes Locales a los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria, derivando la competencia del resto de RCD a sus poseedores, que están obligados a gestionarlos por sí mismos o a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Dentro de este marco regulador surgirá posteriormente

el Real Decreto 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, desarrollando la Directiva 1999/31/CE.

Más adelante se aprueba la Directiva Marco de Residuos (DMR) 2008/98/CE, de 19 de noviembre de 2008. Esta se plantea con el fin de eliminar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, definiendo el marco común para la gestión de residuos en los estados miembros de la UE, y planteando una nueva jerarquía de residuos y objetivos específicos de gestión (Parlamento Europeo, 2008).

La nueva jerarquía de residuos determina el orden de las prioridades de la gestión de residuos que debe recogerse en la legislación y política de residuos: prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otro tipo de valorización, incluida la energética, y eliminación. La idea básica es reducir la generación de residuos desde su origen y posteriormente, para los residuos cuya generación no se haya podido evitar, buscar una gestión sostenible.

La DMR establece los siguientes objetivos específicos de reutilización, reciclado y valorización de determinados residuos, a cumplir antes de 2020:

- Incrementar hasta un 50% de su peso, como mínimo, la preparación para la reutilización y el reciclado de los productos domésticos y similares. España, en 2011, se sitúa en un 27% (MAGRAMA, 2014)
- Incrementar hasta el 70% de su peso, como mínimo, la preparación para la reutilización, reciclado y valorización de materiales de los residuos no peligrosos procedentes de la construcción y de las demoliciones. España en 2011 alcanza el 44% (MAGRAMA, 2014)

La nueva Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, de 28 de julio, transpone al ordenamiento jurídico español la DMR, derogando la anterior Ley 10/1998 (Gobierno de España, 2011). Su repercusión en el ordenamiento jurídico ha sido reducida, dado que en los tres años de intervalo varias normativas autonómicas se adelantaron a incorporar los primeros principios de la política europea de residuos.

La nueva Ley 22/2011 involucra a todos los agentes económicos, promueve la estricta aplicación de los principios de *quien contamina paga*, y pretende, como objetivos ambientales prioritarios, minimizar en origen el creciente volumen de los residuos, reciclar todos los materiales posibles, reutilizar aquellos que sean aprovechables, compostar la materia orgánica y valorizar energéticamente el resto de desechos para reducir al máximo las basuras que van a parar a los vertederos. La Ley tiene carácter de norma común para todo tipo de residuos, exceptuando las emisiones a la atmósfera, los residuos radioactivos, las aguas residuales y los residuos resultantes de la prospección, de la extracción, del tratamiento o del almacenamiento de recursos minerales, así como de la extracción de canteras (art. 2) (Villoria Sáez, 2014).

La Ley 22/2011 define y clasifica los residuos en domésticos, comerciales industriales y peligrosos (art. 3) considerando los primeros como *los generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias*, incluyendo entre los mismos los siguientes:

- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas
- Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados
- Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria

Los residuos comerciales son aquellos generados por la actividad propia del comercio, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios. Los residuos industriales son los resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento, generados por la actividad industrial.

Por último, se consideran como residuos peligrosos aquellos que presentan una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley, y

aquellos que puedan ser aprobados por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. La Ley 22/2011 mantiene, como su antecesora, un listado de todos los residuos que pueden ser generados: la Lista Europea de Residuos (LER), aprobada por la Orden MAM/304/2002.

La Ley 22/2011 respeta el reparto constitucional de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas, al tiempo que garantiza las competencias que tradicionalmente han venido ejerciendo las Entidades Locales en materia de residuos sólidos urbanos (RSU). En concreto, el Estado, además de aprobar la legislación básica sobre residuos será el responsable de elaborar los distintos planes nacionales sobre residuos, que serán el resultado de la integración de los respectivos planes autonómicos tras las oportunas tareas de coordinación llevadas a cabo en el seno de la Conferencia Sectorial del Medio Ambiente. Actualmente se encuentra en vigor el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-15.

En materia de regulación de vertederos, España ha apoyado la Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. La citada Directiva pretende prevenir o reducir en lo posible los efectos negativos sobre el medio ambiente de los vertidos de residuos, durante todo el ciclo de vida del vertedero, y los posibles riesgos para la salud (Villoria Sáez, 2014).

La transposición al derecho en España de la Directiva 1999/31/CE se ha realizado mediante el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. La aplicación de la Directiva sobre vertederos ha llevado a desglosar con más detalle los plazos de almacenamiento de residuos en el Real Decreto 1481/2001, considerándose en esta última norma como tal *el depósito, temporal y previo a la valorización o eliminación, de residuos distintos de los peligrosos por tiempo inferior a un año, cuando su destino final sea la eliminación, o a dos años cuando su destino final sea la valorización, así como el depósito temporal de residuos peligrosos durante menos de seis meses*. Este Real Decreto fue modificado puntualmente por el Real Decreto

1304/2009 de 31 de julio, del Ministerio de Medio Ambiente, para subsanar algunas deficiencias en la transposición de la Directiva 1999/31/CE.

A continuación se resume en un cuadro toda la normativa vigente que afecta a las distintas tipologías de residuos producidas en edificación (tabla 1), para más adelante desarrollar en profundidad la vinculada con el objeto de la Tesis: RCD y envases y embalajes.

RESIDUO	DIRECTIVAS		NORMATIVA ESTATAL		APLICACIÓN
	Principal	Modificación	Principal	Modificación	
Todos	2008/99/CE	-	En trámite	-	Protección del medio ambiente mediante el derecho penal
	2000/532/CE	-	MAM/304/200	-	Operaciones de valorización y eliminación de residuos y LER
	1999/31/CE	-	RD 1481/2001	RD 105/2008 RD 1304/2009	Eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
	91/156/CEE	2008/98/CE 2009/31/CE	Ley 22/2011	RD 1481/2001 Ley 16/2002 Ley 62/2003 Ley 34/2007	Norma básica para todo tipo de residuos
Envases y residuos de envase	94/62/CE	2004/12/CE 2005/20/CE	Ley 11/1997	RD 782/1998 RD 252/2006	Envases y residuos de envases
RCD	-	-	RD 105/2008	-	Producción y gestión de RCD
Peligrosos	91/689/CE 2008/98/CE	-	RD 833/1988	RD 952/1997 Ley 10/1998	Regulación básica de residuos tóxicos y peligrosos
	-	-	RD 9/2005	-	Relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo
	79/117/CE	96/59/CE 850/2004/CE	RD 1378/1999	RD 228/2006	Eliminación y gestión de los PCB, PCT y aparatos que los contengan

Tabla 2. Relación de normativa vigente en materia de residuos. Fuente: Villoria, 2014.

El documento fundamental en la actual política española sobre RCD es el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de RCD. El RD tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización,

asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, contribuyendo a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción (Gobierno de España, 2008). El Real Decreto no establece objetivo cuantitativo alguno de prevención, reciclado o vertido de residuos de construcción o demolición. Regula la producción y gestión de RCD desde el diseño hasta la consecución del proyecto; y requiere que los agentes participantes se impliquen en la planificación, implementación y control de la gestión de RCD a través de la prevención, reutilización y reciclaje, de acuerdo con la Directiva Europea 12/2006/EC.

El Real Decreto aplica el principio de responsabilidad del productor y el poseedor a estos residuos, combinando tres principios fundamentales:

- Responsabilidad del productor
- Prevención de residuos
- Corresponsabilidad entre todos los agentes que intervienen en la cadena de producción y gestión de los RCD (promotor, proyectista, dirección facultativa, constructor, gestor)

Su ámbito de aplicación son los RCD generados en obras de construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición tanto de bienes inmuebles como de obra civil, quedando exentos:

- Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas
- Los residuos de industrias extractivas
- Los lodos de dragados no peligrosos
- Las obras menores y reparaciones domiciliarias que no precisen de proyecto

El Real Decreto 105/2008 define los conceptos de productor de RCD, que se identifica, básicamente, con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler, y de poseedor de dichos residuos, que corresponde a quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los que se generan en la misma.

Entre las obligaciones que se imponen al productor (art. 14), destaca la inclusión en

el proyecto de obra de un estudio de gestión de los residuos de construcción (EGR) que se producirán en ésta, que deberá incluir, entre otros aspectos, una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que deberán formar parte del presupuesto del proyecto. También, como medida especial de prevención, se establece la obligación, en el caso de obras de demolición, reparación o reforma, de hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generen, proceder a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Por otro lado el poseedor, quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los que se generan en la misma, estará obligado a la presentación a la propiedad de la obra de un plan de gestión de los residuos de construcción (PGR) en el que se concrete cómo se aplicará el EGR del proyecto, así como a sufragar su coste y a facilitar al productor la documentación acreditativa de la correcta gestión de tales residuos (art. 14). A partir de determinados umbrales, indicados a continuación, se exige la separación de los residuos de construcción y demolición en obra para facilitar su valorización posterior. Los RCD deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades (art. 5.5):

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

De las anteriores obligaciones se excluye a los productores y poseedores de residuos de construcción y demolición en obras menores de construcción y reparación domiciliaria, habida cuenta de que tienen la consideración jurídica de residuo urbano

y estarán, por ello, sujetos a los requisitos que establezcan las entidades locales en sus respectivas ordenanzas municipales.

El Real Decreto indica que la separación en fracciones se debe llevar a cabo preferentemente por el poseedor de los RCD dentro de la obra en que se produzcan, pero deja la opción, para los casos donde por la falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, a que el poseedor pueda encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

Según el Artículo 14 del RD el Plan de Gestión de Residuos debe contener:

- a) La previsión de la cantidad de RCD que se producirán durante el periodo de vigencia del plan, desglosando las cantidades de residuos peligrosos y no peligrosos, codificados con arreglo a la L.E.R. publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero
- b) Los objetivos específicos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como los plazos para alcanzarlos
- c) Las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, incluidas las medidas de carácter económico
- d) Los lugares e instalaciones apropiados para la eliminación de los residuos
- e) La estimación de los costes de las operaciones de prevención, valorización y eliminación
- f) Los medios de financiación
- g) El procedimiento de revisión

1.2.2. Generación y gestión de RCD.

La generación y gestión de los residuos constituye un problema ambiental grave en la sociedad actual. Su minimización y adecuada gestión son necesarias para evitar graves impactos en el medio ambiente que provocan contaminación afectando a los ecosistemas y a la salud humana. Además, cuando los residuos se gestionan correctamente se convierten en recursos que contribuyen al ahorro de materias primas, a la conservación de los recursos naturales y en definitiva, al desarrollo sostenible.

El primer estudio global a nivel europeo sobre gestión de RCD y su impacto económico data de 1999, cuando la Comisión Europea le encarga al grupo Symonds un informe sobre las prácticas de gestión de RCD de los entonces 15 países miembros. El Informe Symonds debía identificar el origen y destino de los RCD, los métodos utilizados por los distintos países para promover su reutilización o recuperación, y examinar las implicaciones económicas de la gestión, estudiando opciones que evitasen que los RCD se enviaran a vertederos (Symonds Group Ltd., 1999). Más adelante, en el año 2010, la Comisión Europea indica que la generación de RCD supuso un 35% de los residuos generados en Europa (Seror et al, 2014).

En este contexto Europeo, aunque las directivas comunitarias son las mismas para todos los Estados miembros, existen diferencias significativas en la aplicación de la legislación comunitaria. Los países conocidos como los "7 verdes" (Comisión Europea, 2011) son sobresalientes en prácticas de gestión de RCD: se trata de Alemania, Austria, Holanda, Inglaterra, Finlandia, Suecia y Dinamarca.

Un proyecto europeo, *The recycling Society and its Environmental Effects*, desarrollado por Fisher et al en base a datos de 2004 a 2006 identifica los niveles actuales de reciclaje de los diferentes flujos de residuos municipales y RCD de los países de la UE y Noruega, y su desarrollo en los últimos 10 años (Fisher et al, 2009). Si bien la tasa de reciclaje varía de manera significativa entre unos países y otros, se puede establecer como porcentaje de reciclado en Europa el 54% del total generado, promedio que dista mucho del 70% total establecido por la Directiva Marco de

Residuos como meta para el año 2020. En general, los países con mejores resultados son los situados en la zona noroeste de Europa, y España se encuentra en los rangos inferiores de la lista.

En España se hace patente la inadecuada gestión de la mayor parte de los RCD, siendo bajo el porcentaje destinado a reutilización, reciclaje y otras formas de valorización, y demasiado elevado el porcentaje de RCD desechados en vertedero. Esto demuestra la necesidad de apostar por medidas que fomenten las estrategias planteadas por la Comisión Europea y primen el desarrollo sostenible, para acercarnos a los países líderes en el marco europeo.

Según datos de Eurostat, en 2010 en España se produjeron 137 Mt de residuos, de los que el 28% corresponden al sector de la construcción (fig. 4).

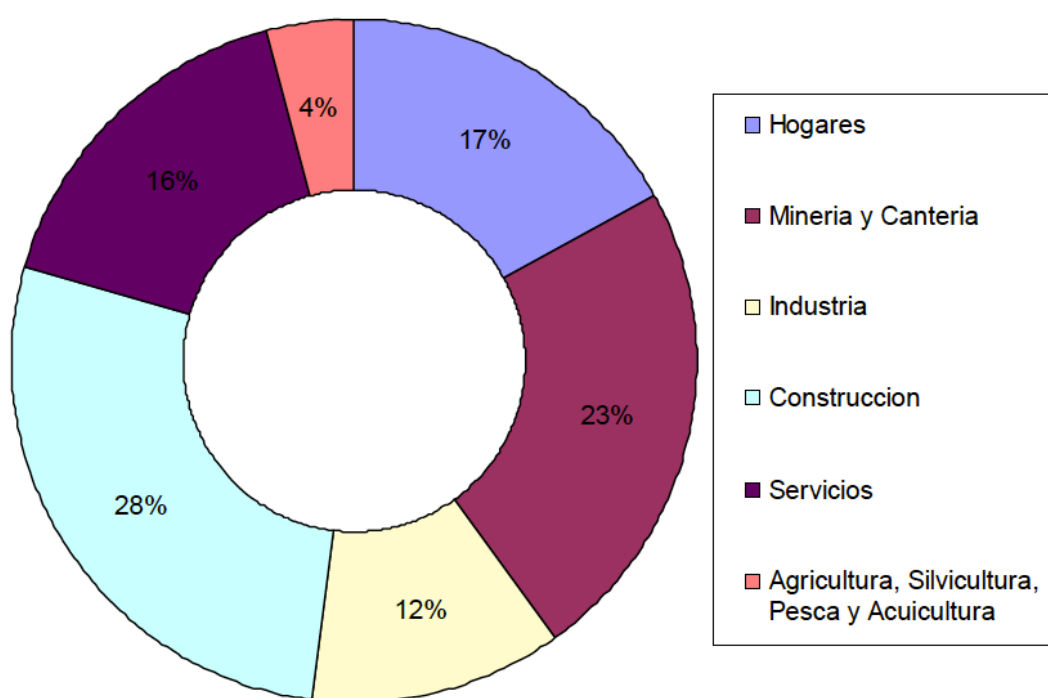


Figura 4. Generación de residuos por actividad económica en 2010. Fuente: EUROSTAT.

La información relativa a RCD generados en 2010 arrastra una fuerte inercia de un prolongado periodo caracterizado por una actividad económica muy volcada en las

obras y construcciones públicas y privadas, ya que en la actualidad las tasas de generación de RCD son sensiblemente inferiores (MAGRAMA, 2013).

El marco estratégico-político sobre el que se desarrolla la normativa relacionada con residuos también define los instrumentos de gestión de RCD, basados en la jerarquización de las opciones de gestión establecida en la DMR 2008/98/CE. La Estrategia Española de Marco Climático y Energía Limpia, Horizonte 2007-2012-2020 (EEC-CEL) pretende que las distintas autoridades políticas impulsen medidas adicionales de reducción entre otros en el Sector Residuos (apartado 3.3.7.4.). En esta materia los objetivos son los siguientes:

- Reducción de las emisiones de GEI (gases con efecto invernadero) derivadas del sector residuos y optimización de la eficiencia energética de los procesos de gestión, tratamiento y valorización de los mismos
- De cara a lograr el anterior objetivo, integración y actualización de la planificación sobre residuos
- Impulso prioritario a la reducción de los residuos y el aprovechamiento de las materias en ellos contenidas, así como la biometanización y recuperación de biogás en vertederos
- Impulso al aprovechamiento energético de residuos forestales, agroindustriales y agrícolas

Para ello, las medidas que la Estrategia nacional propone son:

- Impulsar campañas de sensibilización para la disminución de los residuos a nivel doméstico, comercial e institucional, promoviendo la reducción y la reutilización de los residuos en los hogares, escuelas, comercios, industrias etc.
- Definir las Estrategias nacionales de biomasa y de aprovechamiento de materia orgánica que asegure la viabilidad de la utilización de estos recursos contenidos en los residuos
- Implantar un Plan Nacional Integrado de Residuos 2007-2015 que contemple actuaciones y esfuerzos de manera que el sector participe en el

cumplimiento de los objetivos de Kioto durante el quinquenio 2008-2012. El Plan debería de contemplar, entre otros, aspectos relacionados con:

- Aumento de las tasas de reciclaje y valoración
- Fomento del ecoembalaje
- Valorar la implantación del Sistema de Depósito, Devolución y Retorno cuando el tipo de residuo así lo aconseje
- Normas de calidad del compost en línea con las iniciativas europeas
- Incentivar la aceleración de planes autonómicos y locales en materia de vertederos controlados apoyando el establecimiento de instalaciones de tratamiento que comprendan entre sus procedimientos los de biometanización y recuperación de biogás
- Apoyar la recogida selectiva de materia orgánica en origen, en especial la procedente de grandes consumidores, así como el establecimiento de plantas de clasificación y compostaje para el tratamiento de la materia orgánica
- Clausura, sellado y restauración de vertederos incontrolados

La Estrategia también define los indicadores que se han de tener en cuenta:

- Cantidad de residuos generados/habitante/año
- Emisiones de CH₄/kg de residuo sólido urbano (RSU) vertido
- Tasa de reciclaje: kg reciclado/kg (total, plástico cartón, vidrio y orgánico)
- Energía producida en la gestión de residuos

En cumplimiento de la Estrategia nacional nace el Plan Nacional Integrado de Residuos 2007-2015 (PNIR) aprobado por el Consejo de Ministros en diciembre de 2008, y que tiene como objeto servir de guía para el desarrollo de políticas específicas que mejoren la gestión de los residuos, disminuyendo su generación e impulsando su correcto tratamiento. En general los Planes Nacionales contienen objetivos de reducción, reutilización, reciclaje, otras formas de valorización y eliminación, así como los medios para conseguirlos, el sistema de financiación y el procedimiento de revisión. Se establece la obligación de revisarlos cada 4 años y la posibilidad de articularlos mediante convenios de colaboración entre la

Administración General del Estado y las CCAA. Los objetivos cuantitativos establecidos por el PNIR para el periodo 2008-15 son :

- 95% residuos peligrosos desde 2008
- 70% valorización de residuos de embalajes desde 2010
- 95% gestión de RCD desde 2011
- 15% reducción o reutilización de RCD en 2011, y 40% de reciclaje de RCD desde 2011

El PNIR abarca el tratamiento de los residuos domésticos, los residuos específicos, los suelos contaminados y algunos residuos agrarios e industriales no peligrosos. Este Plan incluye además la Estrategia de Reducción de Vertido de Residuos Biodegradables, que cumpliendo con una obligación legal, contribuye a alargar la vida de los vertederos, a disminuir su impacto sobre el entorno y, de forma especial, a la reducción de la emisión de gases con efecto invernadero. Al igual que tiene en cuenta la contribución de los residuos al cambio climático, para el PNIR es especialmente importante reducir el porcentaje de residuos que se generan en España y que van a vertedero. Para esto, se proponen medidas que fomentan la reutilización, así como la implantación de recogida selectiva.

El PNIR está conformado por un texto al que se adicionan 16 anexos, en los que se incluyen 13 planes de residuos específicos y 3 documentos estratégicos con medidas y objetivos ambientales concretos para cada una de las materias a que se refieren.

Uno de los 13 planes citados es el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, que trata específicamente las tipologías de residuos obtenidas en obras de construcción, entre las cuales se encuentran los residuos de embalajes de materiales de construcción, objeto de la tesis. Los principios rectores del PNIR orientan los objetivos del Plan con criterios generales enfocados al ciclo de vida útil de los residuos, y medidas propuestas para cada uno de los 13 Planes, junto con algunas medidas de carácter horizontal.

En primer lugar, el *principio de jerarquía* constituye una directriz en la selección de la mejor opción de gestión posible para los diferentes residuos, de modo que este principio establece una secuencia ordenada de modalidades de gestión, de mayor a menor calidad ecológica, siempre que exista más de una opción de gestión posible y se encuentre recogida en el artículo 1.1. de la Ley 10/1998 de Residuos.

En este sentido, la *prevención* se sitúa como la primera prioridad de cualquier política ambiental avanzada y ambiciosa. A continuación, la *reutilización* supone el camino a seguir en tanto conlleva la utilización reiterada de un objeto o sustancia para el uso inicial, de manera que se evita o hace innecesario el consumo de nuevas materias primas al tiempo que se reduce la generación de residuos.

Cuando los residuos generados se utilizan como fuente de alguna materia prima o de energía se habla de *valorización*. Gracias a programas de investigación e innovación cada vez es más frecuente el aprovechamiento de los contenidos materiales o energéticos de los recursos para un fin útil.

El PNIR pone el acento en la necesidad de modificar ciertos hábitos de consumo de la población y reorientarlos hacia el logro de los objetivos medioambientales que se persiguen. Así, los consumidores tienen un papel destacado en el reciclaje (Chan, 1998; Tonglet et al, 2004), en tanto mecanismo de aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos para su posterior utilización en otros usos.

En la escala de jerarquía que clasifica las opciones de gestión de residuos de mayor a menor calidad ecológica se encuentra, a continuación, la *valorización energética*, teniendo por objeto aquellos residuos que no se hayan podido evitar y que no sean ni reutilizables ni reciclables. La pretensión es el aprovechamiento y no sólo de los materiales sino de la energía contenida en los residuos. Finalmente, la *eliminación* constituye la última prioridad, la opción menos ecológica entre las posibles, y la que corresponde aplicar cuando no existe otra posible.

Tras el principio de jerarquía la segunda directriz se refiere a la responsabilidad del productor, definida como un principio de atribución de responsabilidad en la recogida y tratamiento del residuo y, por ello, concreta el principio *quien contamina paga* en su aspecto más práctico, estableciendo la obligación del productor del residuo de encargarse de recoger y tratar el residuo de forma adecuada. Una interpretación más amplia del principio de responsabilidad del productor sería aquella exigible a quienes ponen en el mercado objetos que con el uso se convierten en residuos, contemplada en el Art. 7 de la Ley 10/1998 de Residuos, aplicado a varios tipos de residuos, entre los cuales se encuentran los envases.

El PNIR dispone de herramientas económicas planteadas como métodos para mejorar la gestión de los residuos y estimular mejoras concretas en la gestión. Entre los instrumentos más eficaces y factibles el PNIR destaca dos:

- 1) La exigencia directa de responsabilidad a quienes ponen en el mercado objetos que con su uso se convierten en residuos, responsabilidad aplicada a la entrega, valorización y gestión al final de su vida útil. Esta obligación pueden asumirla directamente o a través de entidades como los Sistemas Integrados de Gestión (SIG)
- 2) Las tasas de vertido, cuya aplicación se justifica para aquellos residuos valorizables de alguna manera pero que son enviados a eliminación. A través de la tasa de vertido se persigue así la incentivación de un comportamiento más proclive al aprovechamiento del residuo siempre que se pueda, y en concreto a su valorización

Tras el PNIR, la Comunidad de Madrid publica el Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición para el periodo 2006-2016, donde revisa el grado de alcance de los objetivos planteados en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006 en Madrid, y en base a este análisis, con el apoyo de las nuevas infraestructuras creadas, plantea medidas adicionales, entre ellas algunas encaminadas a conseguir la total comercialización de los áridos reciclados, y la

separación de un 100% de otras fracciones no áridas valorizables del RCD (cartonaje, plástico, madera, metales y vidrio).

El escenario objetivo planteado para los años 2007 a 2016 preveía una generación en toneladas año con tendencia ligeramente al alza en cada año sucesivo, fruto de un ligero aumento de la población con un pequeño descenso de la tasa de generación en toneladas/habitante por año. La crisis en el sector, en crecimiento desde el mismo 2007 han provocado importantes diferencias entre el escenario objetivo planteado en el Plan y las cifras reales (fig. 5), lo que a su vez ha supuesto la ralentización o paralización de alguna de las infraestructuras previstas para el tratamiento de los RCD.



Figura 5. Previsión de generación de RCD 2006-2016. Fuente: PR RCD Madrid.

La Comunidad de Madrid publica un informe de estrategia y gestión de residuos que refleja la composición de los RCD (tabla 3); donde los envases y embalajes objeto de la investigación aparecen como voluminosos de obra, suponiendo un 5% sobre el peso total de los residuos registrados como RCD.

COMPONENTE	% Sobre total
Fracciones minerales (o áridas)	
Ladrillo, azulejos y cerámicos	54,0
Hormigón	12,0
Piedra	5,0
Arena, grava y otros áridos	9,0
Total fracciones minerales (o áridas)	80,0
Fracciones no minerales (o no áridas)	
Material clasificable	
Papel	0,5
Plástico	3,0
Madera	6,0
Metales	5,0
Vidrio	0,5
Total material clasificable	15,0
Voluminosos de obra	
Cartonaje	1,0
Plástico industrial	1,0
Madera	3,0
Total voluminosos de obra	5,0
Total	100

Tabla 3. Composición de los RCD. Fuente: El Medio Ambiente en la C. de Madrid 2010-11.

La gestión de RCD en obra puede llevarse a cabo básicamente de dos formas: tratar los RCD in situ, segregándolos y depositándolos en instalaciones autorizadas, o delegar dicha función a un gestor de residuos autorizado, que deberá generar documentación que indique los siguientes datos: poseedor, productor, obra de procedencia, cantidad y tipo de RCD entregados.

El proceso de tratamiento de RCD una vez que se retira el contenedor de la obra, clasificado o sin clasificar, es el reflejado en la fig. 6, detallado a continuación:

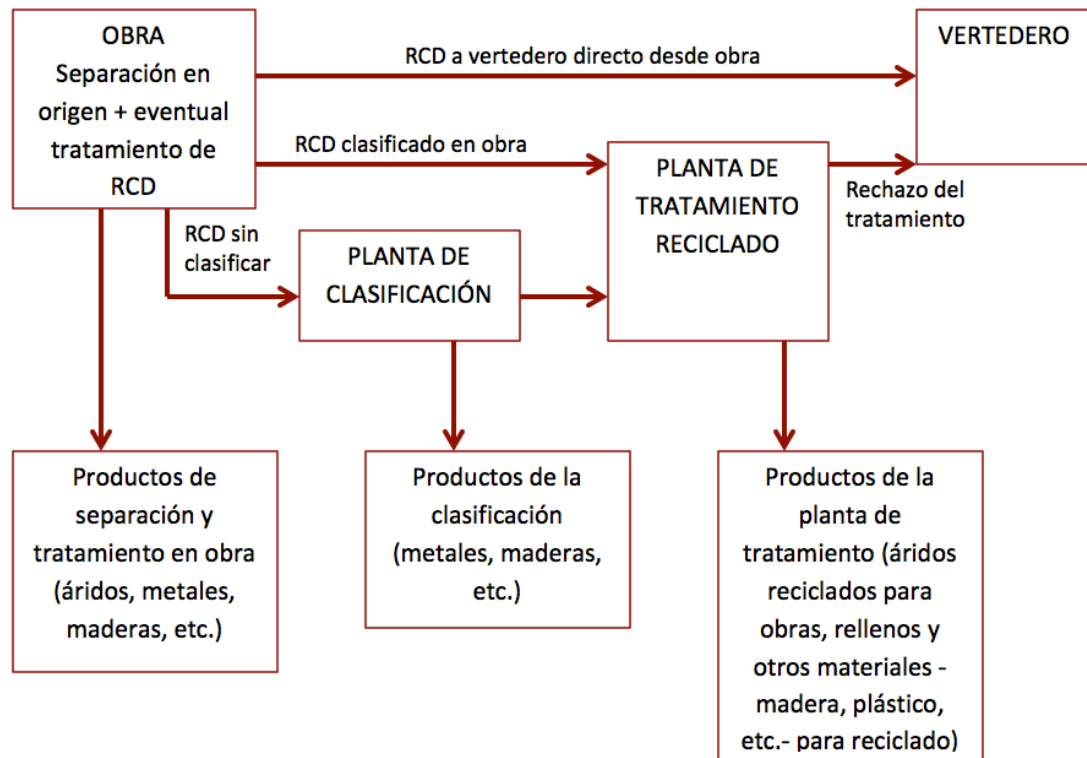


Figura 6. Ciclo de gestión de los RCD. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medioambiente.

1) Llegada del contenedor a la planta, recepción del material: el camión es pesado en la báscula de entrada, donde se realiza un control visual del material y se paga la tasa (si el camión está ya tarado), para después proceder a su descarga. En caso de ser la primera vez que el camión descarga en la planta, se pesa a su salida una vez descargado el material. La descarga se realiza en el lugar indicado por el personal de la planta, en función de la tipología del residuo del contenedor.

2) Triage y clasificación: se realiza una selección de los materiales más voluminosos, los residuos se incorporan a la línea de triaje y se clasifican por fracciones (fig. 7).



Figura 7. Cabina de triaje, Planta de Moralzarzal.

3) Trituración y machaqueo: reducción del tamaño del material previamente clasificado con trituradores de rodillo y de impacto.



Figura 8. Trómel con ventilador y electroimán, Planta de Moralarzal.

4) Cribado y separación mecánica: separación mecánica, mediante ventilador, para separar fragmentos de los elementos más ligeros, y mediante electroimán para elementos metálicos (fig. 8 y 9).



Figura 9. Túnel con ventilador y electroimán, Planta de Moralarzal.

5) Almacenamiento: disposición de zonas de almacenamiento (trojes y contenedores) para los diferentes subproductos. Los áridos obtenidos se clasifican según su diámetro, 0-40 mm. y 0-80 mm.

Una vez descrito el proceso de tratamiento de residuos, en la tabla 4 se enumeran las 23 infraestructuras autorizadas para los RCD en el ámbito de la Comunidad de Madrid, impulsadas dentro del marco de la Estrategia de Residuos 2006-2016:

Tipo	Razón social	Dirección del centro	Alcance de la autorización
C	CCR LAS MULAS, S.L. (URBASER, ACS)	Camino Mula s/n 28945 FUENLABRADA	Valorización de RCD y eliminación de residuos inertes de CD
C	CESPA Gestión de Residuos, S.A. (FERROVIAL)	Guadalix, Km. 13 28770 COLMENAR VIEJO	Valorización de residuos de construcción y demolición
I	FAUSTINO G ^a YEBRA E HIJOS, S.L.	Sector I-3 "Prado Ancho" 28810 VILLALBILLA	Valorización de residuos de construcción y demolición
I	FAUSTINO MATEO E HIJOS, S.L.	C/Pozo Lirón, s/n 28240 FUENTE EL SAZ JARAMA	Clasificación y almacenamiento de RCD
P	GEDESMA, S.A. (gestiona MACOTRAN)	Ctra. M-600 km. 46, 28600 NAVALCARNERO	Valorización de RCD y eliminación de residuos inertes de CD
P	GEDESMA, S.A.	dirección Burgos, Cmo. de los Barracos s/n 28170 EL MOLAR	Valorización de RCD y eliminación de residuos inertes de CD
P	GEDESMA, S.A. (CERRADA)	Ctra. M-608 Cerceda, km. 34 28411 MORALZARZAL	Valorización de residuos de construcción y demolición
P	GEDESMA, S.A.	Cmno. De los Terreros s/n 28590 VILLAREJO DE SALVANÉS	Clasificación y almacenamiento de RCD. Almacenamiento y trituración de residuos vegetales de parques y jardines.
P	GEDESMA, S.A.	Camino del Pino, s/n 28680 SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS	Clasificación y almacenamiento de RCD. Almacenamiento y trituración de residuos vegetales de parques y jardines.
P	GEDESMA, S.A.	Valdilecha, M-229 km. 4,5 28500 ARGANDA DEL REY	Valorización de residuos de construcción y demolición
P	GEDESMA, S.A.	Ctra. M-137 Gandullas, km. 0,25 28730 BUIRAGO DE LOZOYA	Clasificación y almacenamiento de RCD. Almacenamiento y trituración de residuos vegetales de parques y jardines.
T	MACOTERA, S.A. (empresa movimiento tierras)	C/ Tajo, 20 - 28840 MEJORADA DEL CAMPO	Valorización de residuos de construcción y demolición

Tabla 4a. Listado de gestores RCD autorizados C.A.M. Fuente: www.madrid.org

T	MACOTRÁN, S.L.	Ctra. Villaverde a Vallecas, 277 - 28031 MADRID	Clasificación y almacenamiento de RCD
I	MATERIALES Y AZULEJOS PETRI, S.L.	C/Puerto Used, 22 28031 MADRID	Almacenamiento y clasificación de RCD
I	RCD RECICLADOS DE RESIDUOS MADRID, S.L.	Camino Bajo Llanos, 5 28021 MADRID	Valorización de residuos de construcción y demolición
C	TRATAMIENTO DE RESIDUOS INERTES, S.L.	Camino Aceiteros, 101 28052 MADRID	Valorización de RCD y eliminación de residuos inertes de CD
I	SELECCIÓN Y RECICLADO, S.L.	C/ Carpinteros, 9 28939 ARROYOMOLINOS	Valorización de residuos de construcción y demolición
C	SURGE AMBIENTAL, S.L. (SACYR)	C/ Laguna Marquesado 16 28021 MADRID	Valorización de residuos de construcción y demolición
C	SURGE AMBIENTAL, S.L. (SACYR)	C/ D2 Sector 42 28806 ALCALÁ DE HENARES	Almacenamiento y clasificación de RCD
I	TECNOLOGÍA Y RECICLADO S.L. (TEC-REC)	Ctra. Valdemingomez km. 0,7 28051 MADRID	Valorización de residuos de construcción y demolición
T	TRANSANC, S.L.	Avda. Constitución, 24 28820 COSLADA	Clasificación y almacenamiento de RCD
I	TRANSPORTES Y CLASIFICACIÓN DE RCD, S.L.	Camino de la Leña, 12 Subparcela 14, 28031 MADRID	Clasificación y almacenamiento de RCD
T	TRYOB OBRAS Y SERVICIOS S.L.	C/ Calabozos 4-6 28108 MADRID	Clasificación y almacenamiento de RCD

Tabla 4b. Listado de gestores RCD autorizados C.A.M. Fuente: www.madrid.org

Las infraestructuras que figuran en las Tablas 4 a y b se pueden clasificar en función de su naturaleza en Estaciones de Transferencia, Centros de Almacenamiento y Clasificación de RCD y Centros de Tratamiento de RCD; según su iniciativa unas son privadas y otras públicas.

Dentro de las instalaciones de iniciativa privada, se observa que las señaladas con la letra C están participadas por grandes empresas constructoras, a las que dan

servicio; con T las empresas dedicadas principalmente a transporte, tierras y contenedores; y por último otras de menor entidad, independientes, denominadas I.

Para lograr una adecuada gestión de residuos, la planta debe resultar viable económicamente, para lo que deberán encontrarse mecanismos y procedimientos que faciliten su viabilidad, asegurando de este modo el interés de los recicladores y valorizadores. Paralelamente deberá fomentarse la demanda de subproductos que utilicen los materiales reciclados como resultado de la gestión anterior, cerrando así el ciclo y garantizando su rentabilidad. Otra condición para conseguir los objetivos marcados de reciclaje y viabilidad, es lograr la implicación de todos los agentes involucrados en el proceso, lo que requiere de una conciencia colectiva que facilite el éxito en todas de las etapas: minimización, segregación, valorización y reintroducción en el mercado.

1.2.3. Reutilización de RCD.

La reutilización en el campo de los RCD se materializa principalmente con las tierras procedentes de vaciado y excavación, para realizar rellenos en la misma obra u otras cercanas, en función de las necesidades de la constructora. Más allá de las tierras se identifican algunas operaciones puntuales de reutilización, tales como la utilización de palés para tapar huecos de forjado, o el aprovechamiento de cajas de cartón desmontadas para proteger tarimas o elementos en las últimas etapas de la obra. El resto de operaciones en obra requiere de un proceso previo, por lo que pasa a categorizarse como reciclaje.

1.2.4. Reciclaje de RCD.

Dentro de la jerarquización de las opciones de gestión de residuos, tras la prevención y la reutilización se encuentra el reciclaje. El principal desafío al que se enfrenta la mejora de la gestión de RCD en España es lograr la creación de un mercado atractivo para el uso de productos reciclados, necesario para dar salida a los subproductos obtenidos con el modelo de gestión perseguida, que busca la no utilización de vertederos como destino final de productos valorizables.

Según la composición de RCD reflejada en la tabla 6, la mayor parte de los RCD son materiales minerales, y el 20 % restante son cantidades variables de residuos de madera, metal, yesos, plásticos etc. La mayor parte son residuos no peligrosos, incluso inertes, cuyo aprovechamiento no debe presentar problemas sino que puede contribuir a la disminución del consumo de recursos minerales naturales. La posibilidad de aprovechamiento de otras fracciones depende en gran medida de que conformen un flujo de suficiente pureza y no contaminado por sustancias peligrosas, de manera que las operaciones de reciclado (en general de valorización) posteriores sean económicamente viables y ambientalmente seguras.

Con carácter general, para alcanzar una valorización significativa de los RCD deben darse las condiciones siguientes:

- Clasificación en origen o, alternativamente cuando no exista la posibilidad de hacerlo en obra, en plantas de clasificación, por tipos de materiales, particularmente hormigón, cerámicos, madera, metales, plástico, papel y cartón
- Disponer de una infraestructura de reciclaje (en general, valorización) a distancias adecuadas para los residuos generados: plantas de clasificación, plantas de fabricación de áridos reciclados, vertederos de rechazo para los RCD no tratados o resultantes de un proceso previo de tratamiento
- Disponer de unos canales de recogida selectiva de las fracciones de madera, metal, plástico, papel y cartón separadas en obra o en plantas de clasificación, que trasladen dichas fracciones a recicladores, en general valorizadores de estos materiales, y una demanda sostenida de estas fracciones por parte de empresas recicladoras o valorizadoras
- Una demanda sostenida de áridos reciclados por parte de las empresas constructoras y de las empresas fabricantes de materiales y productos de construcción

Por último, un aspecto crucial para hacer viables las iniciativas de reciclado de RCD es que el precio de admisión de estos residuos en vertedero refleje todos los costes de su depósito en vertederos. Otro aspecto importante es posibilitar el consumo de materiales procedentes de la construcción y de otros sectores; para ello el Ministerio de Agricultura y Medioambiente ha elaborado y actualiza periódicamente un Catálogo de Residuos Utilizables en Construcción, donde publica una serie de aplicaciones que tienen los productos derivados del reciclado de RCD (CEDEX, 2002).

Dentro de los RCD generados en obras de edificación residencial, aproximadamente un 40% del volumen corresponde a residuos de envases y embalajes (REEC) (González y del Río, 2011). Se comprueba en los documentos normativos y estratégicos que tratan específicamente los RCD, que no existen directrices específicas para la gestión de REEC, más allá de su tratamiento como material valorizable.

La creciente tendencia a utilizar materiales o soluciones prefabricadas en la industria de la construcción, supone una reducción en el volumen de residuos generados in situ debidos a cortes y desperdicios (Poon et al, 2002; Tam et al, 2005; Tam et al, 2007; Jaillon et al, 2008), pero requiere de un embalaje adicional para proteger el material prefabricado durante su transporte a la obra, tal y como se comprueba en las figuras 10, 11 y 12, correspondientes a una obra de residencial unifamiliar prefabricada:



Figura 10. Panorámica de obra de Acero-Tech en Las Marías, Torreldones. Llegada de módulo prefabricado a obra, recién desembalado.



Figura 11. Contenedor con restos de embalaje de módulo prefabricado de Acero-Tech.



Figura 12. Detalles de materiales embalados en obra de Acero-Tech, Las Marías, Torrelodones.

1.2.5. Perspectiva socioeconómica del sector residuos.

En el ámbito específico de la construcción, la Comisión Europea plantea su nueva estrategia para el sector de la construcción europeo de 2020 basándose en tres criterios básicos (European Commission, 2010):

- Crecimiento inteligente: desarrollo y economía basados en el conocimiento y la innovación
- Crecimiento sostenible: promoción de una economía eficiente, competitiva y verde
- Crecimiento integrador: desarrollo de una economía basada en el empleo que garantice cohesión social y territorial

Las actividades de recogida y tratamiento de residuos constituyen un sector dinámico capaz de crear empleo. En 2012, el sector residuos en España ocupaba a unas 77.500 personas (MAGRAMA, 2014). Si bien el sector todavía supone un porcentaje pequeño con respecto a los ocupados en el conjunto de la economía (un 0,45%), destacar que entre 2008 y 2012, el número de empleos aumentó en casi 10.000 personas.

Según la definición de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) 2009 del INE, el CNAE 38 *Recogida, tratamiento y eliminación de residuos; valorización*, comprende:

- Recogida de residuos procedentes de hogares y empresas por medio de cubos de basura, contenedores, residuos peligrosos y no peligrosos. Supone aproximadamente un 57% del total
- Tratamiento y eliminación de residuos, con un 27%
- Valorización: separación y clasificación de materiales, y valorización de materiales ya separados, tales como el procesado de residuos y chatarra metálicos y no metálicos, para su transformación en materias primas secundarias. Supone un 16%

Las dos últimas actividades siguen una tendencia positiva desde 2010 (MAGRAMA, 2014).

1.2.6. Fiscalidad de los RCD.

La descripción del funcionamiento del sector de la construcción, y concretamente la gestión de residuos que en él se lleva a cabo, requiere del conocimiento de los aspectos económicos relacionados con las tasas e impuestos que gravan su gestión.

Los poderes públicos deben prevenir y evitar los problemas ambientales, dada su influencia en el bienestar y calidad de vida de los ciudadanos. Existen diversos mecanismos de intervención para proteger el medioambiente: regulación, derechos de propiedad, tributos ambientales, etc. Son muchas las ventajas que presenta la

tributación frente a esos otros instrumentos (Zárate et al, 2007), razón por la cual no ha dejado de crecer la presencia de instrumentos fiscales en las políticas ambientales de los países desarrollados en los últimos años. En España, los tres niveles de gobierno (central, regional y local) tienen competencias en materia de fiscalidad ambiental sobre los residuos, si bien solo se ejercen a nivel regional.

En la Comunidad de Madrid el impuesto sobre el depósito de residuos se regula mediante la Ley 6/2011, de 28 de diciembre, del impuesto sobre residuos, que modifica parcialmente la Ley 6/2003. Este impuesto indirecto grava el depósito de residuos en vertederos públicos y privados, así como su abandono en aquellos espacios no previstos por la normativa vigente en el ámbito territorial de la Comunidad de Madrid. Dadas sus características geográficas, naturales y sociológicas, así como un fuerte aumento de la producción de residuos que tenían como destino el vertedero, se decidió establecer un impuesto que incentivase la valorización y el reciclaje de los materiales.

El hecho imponible (art. 4 Ley 6/2003) *es el depósito de residuos en tierra; en particular, están sujetos al impuesto la entrega de residuos en vertederos públicos y privados y el abandono de residuos en lugares no autorizados por la normativa sobre residuos de la Comunidad de Madrid*. No están sujetos al presente impuesto el vertido de efluentes líquidos, las emisiones a la atmósfera, la incineración de residuos y el depósito y almacenamiento de residuos con el fin de gestionarlos para su reutilización, reciclado o valorización, siempre y cuando no se supere el plazo establecido para aquellas actividades por la normativa de la Comunidad de Madrid. Adicionalmente, la ley prevé una serie de exenciones, entre las que destaca la exención de los residuos urbanos *cuya gestión sea competencia del Estado, las Comunidades Autónomas o las Entidades Locales* (lo que excluye, por tanto, a los residuos municipales). No quedan exentos del impuesto los residuos industriales, aún cuando sean asimilables a los urbanos. Los sujetos pasivos a título de contribuyentes (art. 7) *son las personas físicas o jurídicas y los entes sin personalidad jurídica que entreguen los residuos en un vertedero o los que los abandonen en lugares no autorizados*. Serán sustitutos de los contribuyentes (art. 8) *los titulares de*

la explotación de los vertederos. Si se produce un abandono de residuos y no se identifica al responsable, los responsables solidarios son *los propietarios, usufructuarios, arrendatarios o poseedores por cualquier título de los terrenos o inmuebles donde se efectúe el abandono de residuos.* En este caso, se incurrirá en responsabilidad si no se comunica el abandono, con anterioridad a su constatación administrativa. La base imponible (art. 14) está constituida *por el peso o volumen de los residuos depositados o abandonados.* La base imponible se determinará por estimación directa mediante sistemas de pesaje y/o cubicaje de tal manera que los titulares de la explotación de los vertederos tendrán que disponer de dichos sistemas. En el caso que, por diversas circunstancias, no se pueda hacer una estimación directa, la ley prevé la estimación indirecta. Para esto, se podrá tener en cuenta *cualquier dato, circunstancia o antecedente que pueda resultar indicativo del peso o volumen de residuos depositados o abandonados.*

Los tipos impositivos previstos por la ley para el año 2014 son:

- En el caso de residuos peligrosos, 8 € por tonelada
- En el caso de residuos no peligrosos, y exceptuando los residuos de la construcción y la demolición, 5 € por tonelada
- En el caso de residuos procedentes de la construcción y la demolición, 1 € por metro cúbico. (Por el contrario, en las comunidades de Murcia y Cataluña se grava en peso en lugar de volumen: 3€/tonelada)

El sustituto del contribuyente, que es el titular de la explotación del vertedero, *deberá repercutir íntegramente el importe del impuesto sobre el contribuyente* (art. 17). La repercusión se hará a través de la expedición al sujeto pasivo de un documento de repercusión, bien por cada entrega de residuos que se produzca o bien en forma de un resumen mensual de los residuos enviados en el mes precedente.

1.3. Envases, embalajes y sus residuos.

1.3.1. Definición, categorización y funciones.

La Directiva del Parlamento Europeo 94/62/EC de envases y residuos de envases, firmada el 20 de diciembre de 1994, en su artículo 3, junto con el artículo 1 de la Directiva 2004/12/EC, de enmiendas a la anterior, establecen una definición completa de *envase* como:

"Todo producto fabricado con cualquier material de cualquier naturaleza para ser utilizado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, y desde el fabricante hasta el usuario o consumidor. Se considerarán también envases todos los artículos "desechables" utilizados con este mismo fin."

El término *envase* se suele vincular a productos alimenticios o contenidos directamente en él, mientras *embalaje* parece implicar una protección más externa; en inglés existe un único término que abarca ambos: *packaging*. Se examinan otras definiciones para estos términos: la RAE define envase como *aquello que envuelve o contiene artículos de comercio u otros efectos para conservarlos o transportarlos*, y embalaje como *caja o cubierta con que se resguardan los objetos que han de transportarse* (RAE, 2001). Otra definición para *embalaje* es la que aporta la Guía de Envases y Residuos de Envases de la Comunidad Valenciana *"todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para agrupar, facilitar su manipulación, almacenamiento, transporte y protección a uno o más envases"* (Generalitat Valenciana, 2006). La Enciclopedia Wiley de Tecnología del Envase (Yam, 2009) describe el término packaging como *la ciencia, arte y tecnología de proteger productos de los efectos adversos del medio ambiente. El envase es la integración de elementos de materiales, maquinaria y personas para erigir y mantener barreras entre el producto y fuerzas externas*.

La Directiva 94/62/EC establece una clasificación de los distintos tipos de envases según su función (fig. 13):

- 1) *Envase de venta o primario*: todo envase diseñado para constituir en el punto de venta una unidad de venta destinada al consumidor o usuario final
- 2) *Envase colectivo o secundario*: todo envase diseñado para constituir en el punto de venta una agrupación de un número determinado de unidades de venta, tanto si va a ser vendido como tal al usuario o consumidor final, como si se utiliza únicamente como medio para reaprovisionar los anaqueles en el punto de venta; puede separarse del producto sin afectar a las características del mismo
- 3) *Envase de transporte o terciario*: todo envase diseñado para facilitar la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases colectivos con objeto de evitar su manipulación física y los daños inherentes al transporte. El envase de transporte no abarca los contenedores navales, viarios, ferroviarios ni aéreos

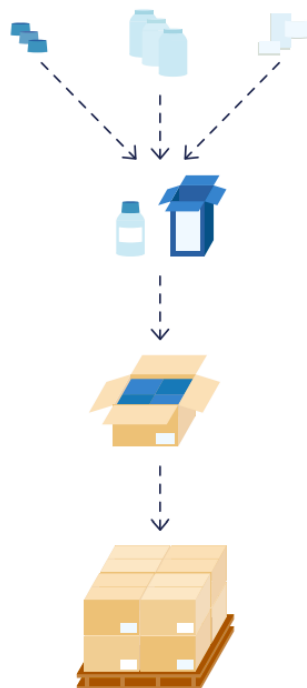


Figura 13. Niveles de envasado. Fuente: ECR EUROPE, EUROPEN (2009)

Los residuos de envases se caracterizan fundamentalmente por el material que los componen. Así se puede encontrar desde envases de cartón (cajas), de plástico (botellas, bandejas), de metal (bidones, latas), de madera (cajas, palés), de vidrio (tarros, envases de bebidas) y multimateriales (bricks). En función de su contenido pueden ser considerados peligrosos.

Según *The Voice of Industry for Packaging and the Environment*, en materia de normativa para regular los embalajes, serán exitosas aquellas normas que sean medio ambiental, económica y científicamente sensatas, así como social y políticamente aceptables (ECR EUROPE, EUROPEAN, 2009). El rol fundamental del embalaje es hacer llegar los productos a los consumidores en perfectas condiciones. Un embalaje bien diseñado cumplirá esta función con el mínimo coste e impacto ambiental, utilizando solo tanto material del tipo adecuado como sea necesario. Junto con la función de protección, el embalaje también cumple en muchos casos otra serie de funciones, resumidas en la tabla 5:

Función	Características
Protección	Prevenir roturas (protección mecánica)
	Prevenir pérdidas (barrera para humedad, gases, luz, sabores y aromas)
	Prevenir contaminación, manipulación y robo
	Incrementar la vida en la estantería
Promoción	Descripción del producto
	Listado de ingredientes
	Características del producto y beneficios
	Mensajes de promoción y branding
Información	Identificación de producto
	Preparación y utilización del producto
	Datos nutricionales y de almacenaje
	Avisos de seguridad
	Información de contacto
	Instrucciones de apertura
Conveniencia	Gestión al final de vida
	Preparación del producto y dosificación
	Almacenaje del producto
Unificación	Porciones
	Provisión de unidades para el consumidor
Manipulación	Prestación de servicios
	Transporte del productor al vendedor
Reducción de residuos y reciclaje de subproductos	Exposición en el punto de venta
	Permite procesado centralizado y reutilización de subproductos
	Facilita porcionado y almacenaje
	Incrementa la vida en la estantería
	Reduce la energía en el transporte

Tabla 5. Funciones típicas de un envase. Fuente: ECR Europe y EUROPEAN (2009)

1.3.2. Origen y evolución de los envases.

Los envases y embalajes en su forma industrializada actual tienen su origen en el siglo XIX, cuando debido a necesidades militares se hicieron progresos clave en materia de envases. En 1809, el General Napoleón Bonaparte ofreció una prima de 12.000 francos a cualquier persona que aportara un método para preservar la comida para su armada. Un año más tarde, Nicolas Appert desarrolló unas jarras herméticamente selladas que se esterilizaban hirviendo. Aunque hasta la fecha se utilizaba una variedad de métodos para la conservación de comida, tales como salazón, ahumado, fermentación y secado, esta técnica permitía la preservación de una gran variedad de alimentos por periodos de tiempo más largos (Berger 2002, Blay-Palmer 2008, Coles 2011). Una creciente demanda para comida envasada y preparada desde entonces tuvo como resultado el desarrollo de una variedad de materiales y técnicas de envasado (Coles, 2011).

La Revolución Industrial supuso un periodo significativo en la historia del envase al traer cambios sociales considerables, y como consecuencia, sus patrones de producción y consumo de alimentos. La migración de áreas rurales a núcleos urbanos en busca de trabajo influyó directamente en el modo en el que la comida se integraba en nuevos sistemas económicos y de producción (Soroka, 1996), incrementando la demanda para transportar esta nueva facilidad a las ciudades. Como resultado, la conexión entre producción y consumo comenzó a desaparecer: las personas se fueron separando de donde su comida se cultivaba, y dejaron de tratar con los granjeros directamente. A partir de entonces en las ciudades se vendían a granel los productos, utilizando papel como envoltorio; los líquidos se transportaban en contenedores que traían los clientes.

En las primeras décadas del siglo XX el envase adquirió un nuevo rol comercial: vender el producto que contenía, convirtiéndose en un vendedor silencioso (Pilditch, 1961). Como herramienta de marketing, se utiliza desde entonces como medio para comunicar los atributos del producto, así como la personalidad y valores de la marca (Calver, 2003).

Los envases y embalajes se clasifican en:

1.3.2.1. Papel y cartón.

Dentro de la categoría de papel y cartón, los embalajes son fundamentalmente de cartón corrugado, formado por fibras de celulosa que pueden ser vírgenes o recicladas. Esto hace que el corrugado sea un material natural renovable. La historia del corrugado data de hace más de un siglo; el corrugado nació como un nuevo uso para el papel y de la creciente necesidad de embalar y proteger bienes. Gracias a su materia prima básica, y a pesar de considerables cambios, el embalaje moderno de cartón corrugado no es muy diferente del de sus antecesores.

En 1856 dos ingleses, Healey y Allen, obtuvieron una patente para el primer uso conocido del corrugado. Se alimentaba el papel a una simple máquina manual hecha con dos rodillos acanalados. El resultado era un papel acanalado utilizado como revestimiento en sombreros. El primer uso de cartón corrugado para embalaje fue hecho por un americano, Albert L. Jones, quien obtuvo una patente para el uso de cartón corrugado para envolver objetos frágiles tales como botellas.

El cartón corrugado se hace con la combinación de dos hojas de papel llamadas *liners* pegadas a un interior corrugado denominado *fluting* (fig. 14). Estas tres capas de papel se ensamblan de tal modo que el global de la estructura obtiene más resistencia que la de cada capa por separado.

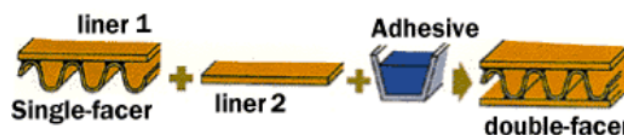


Figura 14. Formación de cartón corrugado. Fuente: www.fefco.org

Su ingeniosa construcción forma una serie de arcos conectados conocidos por su capacidad para soportar grandes cargas. Esta estructura aporta al cartón corrugado una considerable rigidez y resistencia. El aire que circula por los canales también sirve como aislante, aportando una excelente protección frente a las variaciones de

temperatura. Existen muchos tipos de corrugado, cada uno con distintos tamaños de canal y perfiles, ofreciendo muchas combinaciones diseñadas para crear embalajes con diferentes características y rendimientos. El cartón corrugado (fig. 15) se corta y dobla en una infinita variedad de formas y tamaños para convertirse en envase corrugado, siendo un material de embalaje con un alto rendimiento, diseñado para proteger y promover los productos.

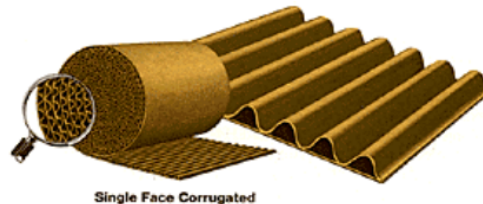


Figura 15. Cartón corrugado sencillo. Fuente: www.fefco.org

Los embalajes de papel consisten básicamente en cartón o papel de gramaje superior a 225 g/m^2 . La mayoría de los cartones para envases tienen un gramaje entre 225 a 600 gr/m^2 , y un grosor que oscila entre las 600 a 800 milésimas de milímetro, pudiendo ser corrugado de una o varias capas (fig. 16) (FEFCO).

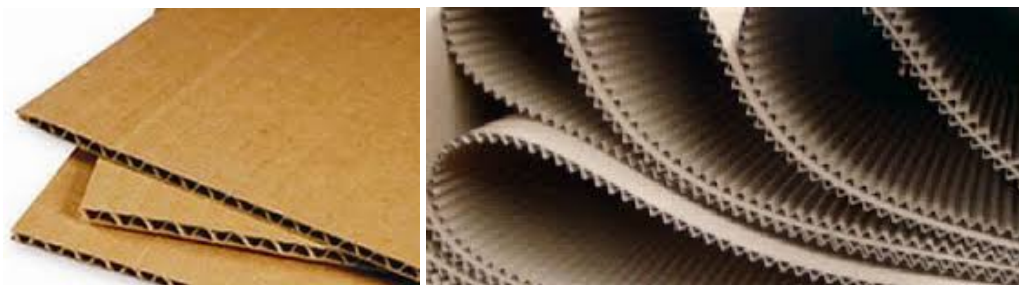


Figura 16. Cartón corrugado simple y doble. Fuente: www.logismarket.com

1.3.2.2. Plástico.

El término plástico deriva del griego *plastikos*, o apto para moldear, y *plastos*, moldeado. Se refiere a la maleabilidad o plasticidad durante su fabricación, que le permite ser encofrado, comprimido o extruido en una variedad de formas tales como films, fibras, platos, tubos, botellas, cajas, etc. El término plástico cubre un amplio espectro de materiales sintéticos y semi-sintéticos utilizados en una gran

cantidad de aplicaciones. Las materias primas para producir plástico son productos como la celulosa, carbón, gas natural, sal y por supuesto, petróleo.

El éxito comercial de los plásticos como material de embalaje es debido a la combinación de flexibilidad (desde films hasta aplicaciones rígidas), resistencia, ligereza, estabilidad, impermeabilidad y facilidad de esterilización. Estas cualidades hacen que los plásticos sean un material muy empleado como embalaje de productos comerciales e industriales (Plastics Europe, 2012).

Existen dos amplias categorías de materiales plásticos: termoplásticos y plásticos termo-endurecidos. Los termoplásticos pueden ser calentados hasta formar productos y si dichos productos son recalentados, el plástico volverá a ablandarse y derretirse. Por el contrario, los plásticos termo-endurecidos pueden ser derretidos y adoptar formas, pero una vez que han tomado su forma y se han solidificado se mantienen sólidos, y no pueden ser derretidos de nuevo.

1.3.2.3. Madera.

El principal embalaje constituido por madera es el palé, una plataforma horizontal utilizada como base para agrupar, apilar, almacenar, manipular y transportar mercancías y carga en general. La paletización es sinónimo de almacenamiento, y sirve para agrupar sobre una superficie plana, para así poder trasladar objetos individualmente poco manejables, pesados o voluminosos. La utilización de los productos paletizados comenzó durante la Segunda Guerra Mundial, para la distribución de materiales militares (armas, alimentos, etc.) de una manera rápida y eficaz de un lugar a otro. Los primeros palés se fabricaban de madera, ya que era un material económico y fácil de conseguir. Actualmente se pueden encontrar palés fabricados a partir de diversos materiales (cartón, plástico, hierro, fibra prensada, etc.) utilizándose unos u otros en función de la aplicación del sector al que van dirigidos. Generalmente los palés están constituidos por 9 tacos, pero existen también de 4 ó 6 tacos (estos son de formato pequeño) y de 12 tacos (estos de

formato grande). El palé de tacos permite el paso de las palas del aparato elevador por los cuatro lados.

La madera es el material con mayor peso de los utilizados para embalajes y se encuentra habitualmente combinada con plástico de paletizar. Los palés, y particularmente los palés de madera, son las unidades básicas utilizadas para transportar materiales en todo el territorio (FEFPEB). El ciclo de vida de un palé depende del modelo de gestión escogido por la empresa: no recuperable, de segunda mano, recuperado, reparado o reciclado. El proveedor establece el sistema de gestión. A su vez existen diferentes opciones para reducir el residuo de palés, tales como acordar con los suministradores que se lleven de vuelta sus palés, o recojan los palés a los clientes. A su final de vida, cuando el palé no puede dar más servicio, es fácil reutilizarlo como compost o biomasa. La logística tiene mucha influencia en la gestión de palés.

1.3.3. Marco normativo.

Las bases para el reciclado y recuperación de los residuos de embalajes de modo genérico, vienen marcadas por la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a los envases y residuos de envases (Parlamento Europeo, 1994), junto con la Directiva 2004/12/CE por la que se modifica la primera (Parlamento Europeo, 2004). Este marco legislativo tiene por objeto proteger el medio ambiente y garantizar el funcionamiento del mercado interior, evitando obstáculos al libre comercio y a la competencia dentro de la UE. Para ello:

- Prioriza la prevención de la producción de residuos de envases, asumiendo como principios fundamentales la reutilización de los envases, el reciclado y otras formas de valorización de los residuos de los mismos.
- Propone el sistema de devolución, recogida y valorización como modelo de gestión eficaz de los envases y residuos de envases.

- Define y revisa periódicamente los objetivos de reciclado y valorización, intentando adaptar la gestión de los envases y residuos de envases al progreso científico técnico.
- Establece la necesidad de limitar la presencia de metales nocivos y de otras sustancias en los envases.
- Promueve los materiales de envasado reciclados, así como la separación de los residuos en origen y las capacidades de aprovechamiento y reciclado de las empresas para que tengan mejor salida al mercado.
- Anima a los Miembros a que apliquen medidas eficaces de prevención, que fomenten la recuperación de energía y el uso de materiales obtenidos a partir de residuos de envases reciclados.

En España la Ley 11/1997 de envases y residuos de envases, y el Real Decreto 782/1998 para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997 transponen al marco jurídico nacional las directivas europeas, pretendiendo propiciar un importante cambio de conductas de los ciudadanos, fundamentalmente en lo que se refiere a los hábitos domésticos cotidianos, con la finalidad de que los residuos de envases y los envases usados se canalicen fundamentalmente hacia la utilización y el reciclado.

A continuación se resumen los aspectos más destacados de la Ley 11/1997:

- Consolida el principio de responsabilidad compartida en materia de medio ambiente entre las distintas Administraciones Públicas, al tiempo que permite la participación de los agentes económicos y sociales.
- Fija principios de actuación de las Administraciones Públicas para fomentar la prevención y la reutilización de los envases.
- Establece dos procedimientos diferentes para cumplir unos objetivos de reciclado: Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) y Sistema Integrado de Gestión (SIG) de residuos de envases y envases usados, o, en el caso de los envases industriales y comerciales, da la posibilidad de la exclusión de estos Sistemas de gestión de envases. En cualquier caso buscan garantizar la recogida periódica y el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización fijados.

- También destacan los Planes Empresariales de Prevención (PEP) de residuos de envases, y la Declaración anual de envases y residuos de envases por parte de los agentes económicos como principales mecanismos para garantizar la prevención y reducción fijadas por la Ley.

A nivel regional, en general, las comunidades autónomas han regulado modelos de la Declaración Anual de Envases y Residuos de Envases.

Por último se enumeran a continuación las normas españolas relacionadas con la valorización y reciclado de los envases y embalajes:

- Norma UNE-EN 13430, identifica los criterios a considerar cuando se evalúe la reciclabilidad de un envase o embalaje.
- Norma UNE-EN 13437, donde se definen los criterios de un proceso de reciclado y describe los principales procesos existentes para el reciclado de materiales y sus interrelaciones.
- Norma UNE-EN 13504, cuyo objetivo es abordar los criterios para un contenido mínimo de materiales reciclados presentes en los envases y embalajes.

Como resumen, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) muestra en un informe (tabla 6) las metas y tendencias en materia de gestión de residuos y reciclaje, en función del tipo de residuo generado y el material considerado para reciclaje. Se confirma el cumplimiento de España para los ratios de reciclaje y valorización de envases, pero no existe ninguna evidencia que discrimine si la procedencia de los residuos es doméstica o industrial, y en ningún caso si proceden de la industria de la construcción.

INDICADOR	META	TENDENCIA
Generación de residuos urbanos	Minimizar su producción	Desde 2003 se reduce la cantidad producida de residuos urbanos por habitante
Gestión de residuos urbanos: vertido e incineración	Aumentar el reciclado y reducir la cantidad de residuos que llegan a vertedero	En 2007 se redujeron los residuos por habitante depositados en vertedero. La incineración sigue aumentando
Reciclaje de papel-cartón	Aumentar la tasa de reciclado	Continúa aumentando la recogida y reciclaje de papel-cartón
Reciclaje de vidrio	Aumentar la tasa de reciclado	Continúa aumentando el reciclaje del vidrio
Reciclaje y valorización de residuos de envases	Aumentar la tasa de reciclado	Las tasas de reciclado y valorización superan los objetivos del RD 252/2006
Producción y destino de lodos de instalaciones de depuración	Aumentar el aprovechamiento de lodos de depuración	El 67,7% de los lodos se destinan al sector agrario

Tabla 6. PNIR. FUENTE: Perfil ambiental de España 2008. MAGRAMA.

1.3.4. Criterios para el diseño de envases y embalajes, y análisis de ciclo de vida.

El Profesor Tim Lang, de la *Sustainable Agriculture Food and Environment* (SAFE) introdujo el término *food miles* para describir las distancias que viajan los productos de alimentación desde su origen hasta el consumidor, en un esfuerzo por promover la comida cultivada localmente. Para conocer el impacto real del envase, a la distancia descrita habría que añadir el combustible utilizado y las emisiones generadas (Harrison et al., 2005). En la actualidad, según la UE más del 80% de los impactos medioambientales relacionados con productos se determinan durante su fase de diseño, y parte de ellos es el embalaje que protege el producto hasta que llega al consumidor final.

No existe ningún embalaje sostenible como tal, sino una decisión adecuada sobre el tipo de embalaje que permita alcanzar los objetivos ambientales del producto y su embalaje. La mayor o menor sostenibilidad de un envase en el medioambiente no solo es debida a los impactos asociados a las últimas etapas de su ciclo de vida, sino que según el documento *Packaging in the Sustainability Agenda: A guide for*

corporate decision makers (ECR, EUROPEN, 2009), las consideraciones de diseño aportadas para cada etapa del ciclo de vida del envase también contemplan aspectos desde etapas anteriores. Por ejemplo, considera el uso de materias primas gestionadas sosteniblemente, aspectos del proceso de fabricación tales como maximizar la efectividad, y también aspectos del contexto de venta al consumidor: almacenamiento eficiente y exposición, y la recuperación de envases secundarios y terciarios. La tabla 8 presenta las consideraciones para cada etapa del ciclo de vida del envase:

ETAPA	CONSIDERACIONES DE DISEÑO
Suministro de materia prima	Uso de recursos gestionados sosteniblemente
	Economías de escala
Material de embalaje fabricación y conversión	Incorporación de materiales reciclados
	Distancia recorrida para máxima efectividad
	Cumplimiento con requerimiento de seguridad alimentaria
	Flexibilidad para cumplir necesidades promocionales
Fabricación de productos envasados	Equilibrio entre embalaje primario, secundario y terciario
	Mejora de la eficiencia en línea y reducción de residuos
	Ejecución de actividades promocionales
Distribución	Fácil identificación
	Optimización de carga en el vehículo
	Estabilidad de sistemas de manejo
	Recolección eficiente y embalaje de cargas mixtas
Venta al por menor	Estokaje eficiente y exposición
	Recuperación o reutilización de embalaje secundario o terciario
	Provisión de información en punto de venta
Consumo	Provisión de información sobre uso y desecho
	Apertura y cierre fácil
	Porcionado
	Reducción de residuo del producto
Recogida de envase usado	Clara identificación del tipo de material (cuando ayuda a su reuso)
	Facilidad de separación
	Impacto neto en el proceso de colección
Reuso, reciclaje y recuperación	Utilización de técnicas de recuperación combinadas
	Sostenibilidad de segregación automatizada
	Generación de materiales secundarios de gran pureza
	Desecho seguro de residuos de proceso
Desecho	Reducción progresiva de material a vertedero
	Seguridad de materiales residuales a vertedero

Tabla 7. Consideraciones de diseño de envases. Fuente: ECR Europe y EUROPEN (2009)

La reglamentación vigente, RD 782/1998 Reglamento para el Desarrollo y Ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, propone una serie de recomendaciones útiles a la hora de diseñar un envase y un embalaje.

El RD 782/1998 establece la relación Kr/Kp como principal indicador para el seguimiento cuantitativo del grado de reducción de los envases y residuos de envases. EL Kr/Kp es un índice adimensional, basado en la relación porcentual entre el peso del envase puesto en el mercado y el peso del producto al que acompaña, siendo "Kr" la cantidad total en peso, de los residuos de envase generados en un año, y "Kp" la cantidad total, en peso, de productos envasados en el mismo año. La figura 17 muestra la evolución de este indicador desde 1999 a 2011, para todos los embalajes gestionados por ECOEMBES:

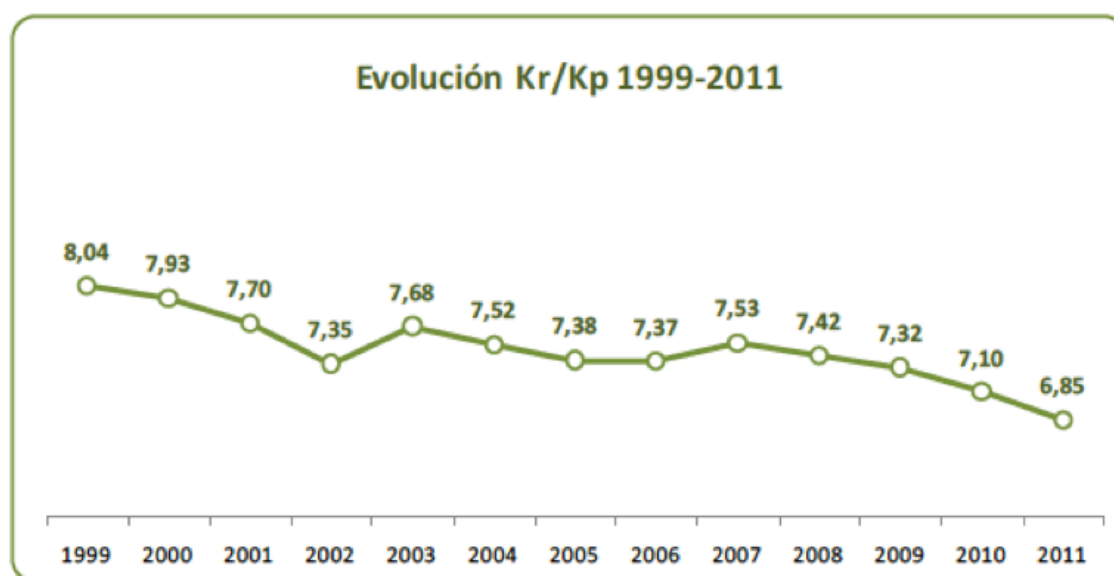


Figura 17. Evolución de indicador Kr/Kp entre 1999 y 2011. Fuente: ECOEMBES.

Los requisitos básicos sobre composición de los envases y sobre la naturaleza de los envases reutilizables y valorizables, incluidos los reciclables se establecen en los anejos 2 y 4 del RD 782/1998 y son los siguientes:

- Requisitos específicos sobre fabricación y composición de envases y embalajes:

Los envases estarán fabricados de forma tal que su volumen y peso sea el mínimo adecuado para mantener el nivel de seguridad, higiene y aceptación necesario para el producto envasado y el consumidor.

El RD indica que los envases deberán diseñarse, fabricarse y comercializarse en condiciones que permitan su reutilización o valorización, incluido el reciclado, y que sus repercusiones en el medio ambiente se reduzcan al mínimo cuando se eliminan los residuos de envase o los restos que queden de las actividades de gestión de residuos de envases.

Los envases deberán fabricarse de tal forma que la presencia de sustancias nocivas y otras sustancias y materiales peligrosos en el material de envase y en cualquiera de sus componentes haya quedado reducida al mínimo respecto a su presencia en emisiones, cenizas o aguas de lixiviados generadas por la incineración o el depósito en vertederos de los envases o de los restos que queden después de operaciones de gestión de residuos de envases.

- Requisitos específicos de los envases y embalajes reutilizables:

Estos envases deberán tener unas propiedades y características físicas que permitan efectuar varios circuitos o rotaciones en condiciones normales de uso. Los envases usados deberán ser susceptibles de tratamientos que permitan el cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad de los trabajadores y consumidores. Estos envases deberán fabricarse de forma tal que puedan cumplir los requisitos específicos para los envases valorizables cuando no vuelvan a reutilizarse y pasen a ser residuos de envases.

- Requisitos específicos de los envases y embalajes valorizables:

Los envases valorizables mediante reciclado de materiales se fabricarán de tal forma que pueda reciclarse un determinado porcentaje en peso de los materiales utilizados en su fabricación. Los envases valorizables mediante recuperación de energía se fabricarán de tal forma que, una vez convertidos en residuos, tengan un valor calorífico inferior mínimo para permitir optimizar la recuperación de energía.

Los envases que se pueden reciclar convirtiéndose en compost serán biodegradables y deberán tener unas características que, una vez convertidos en residuos, les permitan sufrir descomposición física, química, térmica o biológica de modo que la mayor parte del compost final se descomponga en último término de dióxido de carbono, biomasa y agua.

Por otro lado, se debe tener en consideración las diferentes normas españolas que sean de aplicación en este aspecto. La norma UNE 150301 especifica los requisitos del sistema de gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo de un producto.

En respuesta a la exigencia de la Directiva 94/62/CE sobre envases y residuos de envases, AENOR elaboró el informe UNE-CR 13910, que define y describe el modo de aplicación del ACV a los envases y embalajes, destacando aquellas características propias de éstos, mostrando mediante ejemplos didácticos como debería el ACV tenerlas en cuenta, especialmente en la definición de unidad funcional, límites del sistema y asignación de cargas.

Una característica fundamental en un envase y embalaje es su aptitud al uso o su efectividad ante su función a realizar: contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, y desde el fabricante hasta el usuario final o consumidor. Cuando se estudian las distintas funciones de un envase o embalaje, se constata la existencia de elementos clave a considerar, para realizar correctamente su ACV:

- La relación con el producto que contiene: establecerá la necesidad o no de considerar el ciclo de vida de dicho producto.
- La función de facilitar la manipulación y el transporte en la cadena logística, para proteger el producto y facilitar la información: considerar cierres, etiquetas, cintas de información, etc.

- El envase o embalaje es un componente del sistema de distribución, por lo que habrá que considerar el sistema de transporte (tipo de vehículo, número de cajas que se pueden apilar, etc.)

Así mismo deberán considerarse los envases primarios, secundarios y terciarios, pues sus funciones están relacionadas entre sí, tanto en las dimensiones como en la capacidad de dicho embalaje para proteger el producto. Por ejemplo, un envase primario que proteja poco el producto de choques o caídas, precisará un embalaje secundario con estructura suficiente para proteger al producto y viceversa.

En este sentido, también deben considerarse las pérdidas de producto. Una reducción en el peso del embalaje reduciría su impacto medioambiental, pero si esto da lugar a una mayor pérdida de producto, el resultado global del sistema es que la carga ambiental podría aumentar como consecuencia de dichas pérdidas: se necesita producir mayor cantidad de producto (más energía, agua y materias primas) con su correspondiente envase y además se generan más residuos a gestionar. Por eso es insostenible medioambientalmente mantener reducciones constantes en el peso de los embalajes sin criterios técnicos de calidad y aptitud al uso.

Debido a todos estos factores, el análisis de ciclo de vida de un sistema de envasado requiere una cuidadosa elección de la unidad funcional, así como la correcta aplicación de las reglas de asignación de cargas medioambientales, puntos básicos en todo ACV. Para un envase o embalaje, aunque puede ser de tipo más general según el objetivo del estudio, la *unidad funcional* se suele expresar como:

- Masa de materiales de envase por unidad de volumen, masa o servicio de producto envasado.
- Unidades de envase necesarias para realizar una función determinada.

Cuando en un proceso se obtiene más de un producto o subproductos, tanto los flujos de materiales y de energía como las emisiones resultantes, es decir los impactos ambientales, deben ser asignados (distribuyéndose y repartiéndose entre los distintos productos) según unos procedimientos claramente especificados.

En caso de un ACV de envases y embalajes, el producto envasado puede quedar fuera de los límites del sistema, con lo cual hay que realizar una asignación de cargas en el transporte de ambos incluyendo en el ciclo de vida del envase los impactos debidos a sus características específicas (su forma, su peso, su resistencia, requisitos de llenado y si es posible el apilado). Cuando se producen pérdidas de producto debido a las características del sistema de envasado, deben considerarse los impactos del ciclo de vida del producto para la fracción del mismo que se ha perdido. En algunos casos es recomendable no separar los sistemas de envasado del producto que contienen, y realizar el ACV conjunto, aunque normalmente no se da esta situación. El proceso de recogida de datos es largo y costoso, sin embargo, resulta conveniente obtener la mayor cantidad de datos posible del sistema real. En el caso del ciclo de vida de envases y embalajes, las diferencias entre las distancias de distribución y los modelos energéticos de cada país pueden ser causa de importantes variaciones en los resultados del ACV.

Los resultados de un análisis de ciclo de vida son una importante herramienta para la mejora continua de las características medioambientales de un envase o embalaje, así como un factor a considerar para el diseño de un nuevo sistema, ya que al contemplar todas las etapas del ciclo de vida del mismo, se tienen en cuenta los efectos asociados a cualquier modificación desde una perspectiva global, de esta manera se evitará la transferencia de los impactos de una etapa a otra.

Al realizar un ACV comparativo entre varios sistemas de envases o embalajes, éstos deben realizar la misma función, es decir, las mismas propiedades concernientes al consumo y distribución (volumen, seguridad, protección del producto, etc.) Esto generalmente dará lugar a una cantidad diferente de envases o embalajes según el material utilizado para realizar la misma unidad funcional, y por tanto flujos de referencia distintos.

Un ejemplo de ecodiseño lo constituyen las cajas Nature Pack para uso alimentario, del grupo Ribawood Tarpack (AIDIMA, 2013). Son cajas que están realizadas de

polipropileno virgen en las paredes y un material híbrido de polipropileno reciclado y cáscara de arroz en la base. Por su diseño no necesitan de grapas, ni adhesivos ni otro tipo de sistemas de fijación. Reducen el impacto medioambiental en su distribución al pesar menos que otras de similares características, y transportarse desmontadas cuando están vacías.

En el libro *Introduction to EcoReDesign* (Centre for Design del RMIT, 1997) se proponen como estrategias de diseño para una distribución eficiente las siguientes:

- 1) Reducir el peso del producto y su embalaje. Una reducción en el peso significa menos energía requerida para el transporte. El embalaje primario puede reducirse eligiendo materiales resistentes y ligeros, y diseñando envases eficientes. Debe considerarse también la utilización de envases reutilizables y/o reciclables.
- 2) Asegurar que el embalaje terciario es reutilizable y/o reciclable. El impacto del embalaje terciario se puede disminuir mediante reducción en origen (menor peso), diseñando envases reutilizables o reciclando.
- 3) Elegir un sistema de transporte eficiente.

A continuación se aporta un ejemplo de checklist de ayuda al ecodiseño, del que se reproducen dos de sus etapas del ciclo de vida: embalaje y residuo.

ETAPA EMBALAJE

Criterios:

- ✓ Optimización de embalaje (ratio embalaje/producto)
- ✓ Utilización de materiales de embalaje de bajo impacto (reciclados, reciclables, renovables), que también tienen una huella ecológica menor.
- ✓ Diseñar el embalaje para su reutilización o reciclado.
- ✓ Sistema de embalaje que proteja el producto de daños para extender su vida.
- ✓ Embalajes que incluyan información que permita al consumidor final obtener su máximo valor y utilidad.

Ejemplos de soluciones:

- ✓ Relacionar con objetivos de minimización de residuos, por ejemplo la reducción del embalaje por kilo de producto, y relacionar con el contexto e iniciativas de la industria para establecer objetivos.
- ✓ Relacionar con objetivos de los atributos sostenibles de producto, por ejemplo el aumento de utilización de reciclado o fibra de madera gestionada de manera responsable (FSC).
- ✓ Relacionar con objetivos de reducir la huella ecológica del embalaje.

ETAPA RESIDUO

Criterios:

- ✓ Diseño de producto por reutilización o reciclaje para promover una economía circular.
- ✓ Diseño del producto para ser parte de un anillo cerrado, con información de soporte.

Ejemplos de soluciones:

- ✓ Incorporar diseños modulares para un desmontaje fácil y remanufacturación.
- ✓ Incorporar pensamiento de economía circular a través de esquemas de recogida, remanufacturación y leasing.
- ✓ Inversión en un flujo de información, y diseño de un sistema para una comunicación efectiva sobre la recuperación del material del fabricante al usuario y recogida desde éste de vuelta al fabricante.

Como ejemplo, Epstein y Roy (2001) citan a Hewlett-Packard, que rediseñó sus embalajes para equipamientos de oficina de acuerdo con los exigentes requerimientos de la normativa alemana, y los utilizó para establecer el estándar de sus embalajes para sus productos en todo el mundo.

Por otro lado, el *Waste and Resources Action Programme* publicó un caso de estudio denominado *Cardboard packaging optimisation: best practices techniques* (WRAP, 2008) donde se demostraba que el rediseño efectivo de envases y embalajes de

cartón y cartón corrugado ahorra costes y residuos mientras mantenía los beneficios de la marca y el atractivo hacia el consumidor. Entre sus mejores prácticas destacan las siguientes:

- ✓ Una empresa fabricante de galletas diseñó un nuevo paquete con un menor gramaje de cartón con reducción del tamaño de las pestañas para pegamento en los extremos de la caja; los cambios producidos produjeron un 11% de ahorro, sin afectar a la fortaleza del paquete.
- ✓ Una empresa de tomate frito encontró una solución integral para el envase de su producto: los tubos se suministraban insertos en una estantería de cartón corrugado colocada directamente sobre las estanterías del supermercado, sin caja de cartón; en un año se alcanzó una reducción neta de 1,8 toneladas de embalaje.
- ✓ Un distribuidor de embalaje se centró en las cajas de cartón utilizadas típicamente por empresas de venta online y comerciantes con servicio a domicilio del consumidor; estas cajas de cartón están hechas de dos tipos de material: cartón corrugado sencillo, o doble corrugado. El cartón doble corrugado es más voluminoso que el sencillo, pero después de intensivas pruebas de resistencia la compañía dio con una selección de nuevos cartones más ligeros denominados la *Enviro-box*, con resistencia similar a la del doble corrugado.

1.3.5. Generación de residuos de envases y embalajes.

La generación de residuos de envase presenta una evolución creciente ligada al crecimiento económico (Paneque et al, 2008). El consumo de envases y embalajes en Estados Unidos es de 250 kg/año por habitante, mientras en países en vías de desarrollo el consumo está en 10 kg. En Europa el consumo medio es de 120 kg/año y habitante (AIDIMA, 2013). En el sector de la alimentación los especialistas en marketing declaran que los consumidores demandan un mayor surtido de productos y una mayor segmentación (por tamaño o sabor, por ejemplo) para estos productos. La industria del envase se adapta con rapidez, produciendo porciones menores o

individuales de comidas preparadas para dar servicio a la demanda (SPA 2004a). Esta demanda se refleja en un aumento en el envase por unidad de comida, donde el envase de conveniencia va más allá de su rol esencial de preservar y proteger el producto. Muchos factores tales como cambios en el estilo de vida, una mayor diferenciación de los productos y las presiones competitivas se consideran para atraer la venta con envases de mayor calidad (SPA 2004B).

En España en el año 2009 se generaron 7,4 millones de toneladas de residuos de envases (Ministerio de Agricultura y Medioambiente, 2008)), de los cuales el 21% fueron de vidrio, el 20% de plástico, el 44% de papel y cartón, el 6% de metal y el 9% de madera. Estas cifras incluyen los residuos de envases domésticos, comerciales e industriales, y son suficientemente elevadas para justificar la necesidad de una adecuada gestión, ya que de lo contrario, su abandono o gestión inadecuada puede afectar al paisaje, al suelo y vegetación y a los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, se estaría desperdiciando una fuente de materiales que puede reintroducirse en los procesos productivos, ahorrando la extracción de nuevas materias primas, reduciendo el consumo de energía y conservando los recursos naturales existentes.

Los envases y sus residuos representan en la actualidad el 50% del volumen y el 30% del peso de las basuras domésticas generadas en España (Generalitat Valenciana, 2006)

Se seleccionan los apartados clave en relación con los envases y embalajes que plantea la Directiva 2004/12/CE de envases y residuos de envases en su artículo 6.1.; son los siguientes:

- b) A más tardar el 31 de diciembre de 2008, se valorizará o incinerará en instalaciones de incineración de residuos con valorización de energía un mínimo del 60 % en peso de los residuos de envases;
- d) A más tardar el 31 de diciembre de 2008, se reciclará entre un mínimo del 55 % y un máximo del 80 % en peso de los residuos de envases;
- e) A más tardar el 31 de diciembre de 2008, se alcanzarán los siguientes objetivos mínimos de reciclado de los materiales contenidos en los residuos de envases:

- i) el 60 % en peso de vidrio
- ii) el 60 % en peso de papel y cartón
- iii) el 50 % en peso de metales
- iv) el 22,5 % en peso de plásticos, contando exclusivamente el material que se vuelva a transformar en plástico
- v) el 15 % en peso para la madera

La fig. 18 muestra como se comportaron los diferentes Estados Miembros frente al objetivo de 2008 para reciclaje (55%) en 2010, de acuerdo con los datos reportados a Eurostat. Se confirma que la mayoría de países cumplieron el objetivo fijado para 2008, entre ellos España.

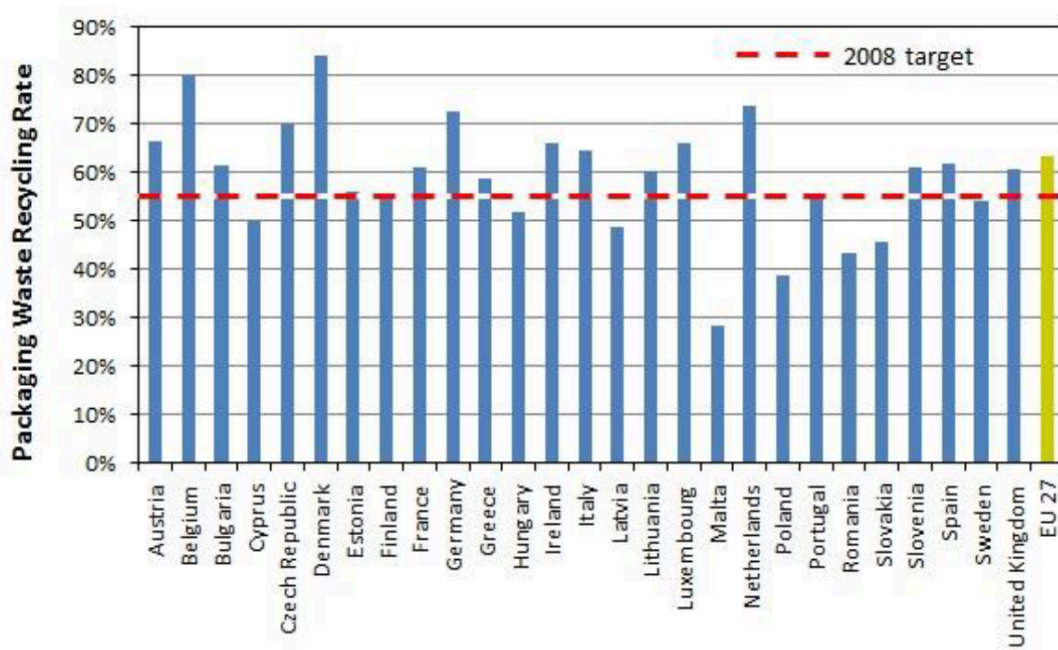


Figura 18. Cumplimiento reportado por los Estados Miembros para el reciclaje de residuos de embalajes (Datos de 2010). Fuente: Eurostat.

La tabla 8 expresa con datos de EUROPEAN los ratios alcanzados por los distintos países disgregados por materiales; se observa que para España, los embalajes de papel/cartón, plástico y madera alcanzan porcentajes de 71%, 22% y 50% respectivamente. También refleja el consumo de envases por persona, de 161 kg/persona frente a la media europea de 139:

	RATIOS TOTALES				RATIOS DE RECICLAJE POR MATERIAL				
	Consumo de envases (kg por persona)	Residuos de envases (kg por persona)	Recuperado (%)	Reciclado (%)	Vidrio (%)	Metal (%)	Papel y cartón (%)	Plásticos (%)	Madera (%)
Media EU-27	139	41	13	56	60	66	75	26	38
Austria	132	13	19	68	84	59	87	36	16
Bélgica	140	9	15	79	100	93	89	39	64
Bulgaria	46	30	0	30	56	4	46	17	0
Chipre	73	55	0	25	6	80	35	15	29
República Checa	78	20	5	63	71	47	91	44	21
Dinamarca	159	1	38	56	115	63	62	20	34
Estonia	104	54	5	45	48	55	55	33	17
Finlandia	90	22	28	49	75	58	86	15	8
Francia	164	44	9	55	60	65	84	19	20
Alemania	164	17	23	66	82	89	80	38	29
Grecia	90	52	0	43	25	47	70	10	58
Hungría	70	29	2	49	21	64	94	20	20
Irlanda	217	104	3	55	62	45	74	20	77
Italia	159	53	10	55	59	64	67	27	53
Latvia	90	51	4	43	32	35	59	28	44
Lituania	70	41	1	37	30	58	59	26	19
Luxemburgo	205	17	33	59	78	83	72	32	33
Malta	96	86	0	11	10	8	13	0	20
Países Bajos	177	20	29	60	77	83	72	24	39
Noruega	105	12	19	70	105	69	83	30	0
Polonia	83	49	11	37	34	44	51	25	16
Portugal	156	71	5	51	46	61	68	15	66
Rumanía	52	32	7	29	8	78	56	17	3
Eslovaquia	53	31	3	36	14	21	61	40	0
Eslovenia	84	43	6	40	39	17	67	38	6
España	161	62	7	54	51	62	71	22	50
Suecia	124	30	23	58	91	71	72	44	17
Reino Unido	154	60	5	58	51	53	80	22	73

Tabla 8. Datos de envases y residuos de envases: EU-27+Noruega (2006). Fuente: EUROPEN.

Se señalan en la tabla, además de los datos de España, los denominados "siete países verdes", confirmándose que se encuentran por encima de la media en ratios de reciclaje, junto con Luxemburgo y Noruega que también lo superan. Varios países reportan porcentajes de reciclaje de vidrio mayores de 100%, es decir se recicló más vidrio del introducido en el mercado. Esto puede ser debido principalmente a dos motivos: envases de vidrio puestos en el mercado pero no declarados en las estadísticas oficiales, e importaciones de productos envasados en vidrio de un país a otro, es decir, declarados como puestos en el mercado en un país, pero registrados como reciclados en otro país diferente.

La gestión de los residuos de embalaje, así como la de otras corrientes de residuos, depende de la interacción entre el público general, la industria y el gobierno. El público necesita recibir formación sobre el potencial que tiene el reciclaje del residuo de embalaje, y ser motivado para evitar la opción fácil de desechar los envases junto con otros tipos de restos. Para ello en España se llevan a cabo campañas de concienciación social para la adecuada gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) a nivel regional y local, y las comunidades más avanzadas en esta materia son el País Vasco y Cataluña.

1.3.6. Sistemas de gestión de residuos de envases y embalajes: reciclaje.

La Ley 11/1997 de envases y residuos de envases establece que en el marco de un modelo de gestión de envases, embalajes y sus residuos, la empresa debe identificar sus embalajes dentro de las siguientes categorías:

- Embalajes domésticos: aquellos que una vez cumplida su función quedan en posesión de un particular.
- Embalajes industriales o comerciales: aquellos que una vez cumplida su función quedan en posesión de una industria o comercio.

Si los embalajes fueran considerados de tipo doméstico, la empresa queda obligada a responsabilizarse de la gestión del residuo generado, teniendo dos opciones para ello:

a) Desarrollar un Sistema de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR), lo que plantea complejidad logística y algunos inconvenientes. El SDDR puede ser válido para determinados productos: envases de bebidas, bombonas de butano, etc. siempre que exista una viabilidad técnica y económica que justifique dicha implantación.

b) Adherirse a un Sistema Integrado de Gestión (SIG), por ejemplo, en España, Ecoembalajes España (ECOEMBES). Una vez se ha adherido a este Sistema de Gestión, la empresa se desentiende de los residuos generados por los embalajes,

debiendo previamente imprimir el logotipo del Punto Verde en todos los embalajes puestos en el mercado nacional.

En caso de que los embalajes sean considerados de tipo comercial o industrial, la empresa que pone por primera vez el envase en circulación tiene la obligación de responsabilizarse de los residuos de envase, pudiendo optar por una de las siguientes opciones:

- 1) Asociarse de forma voluntaria a un Sistema Integrado de Gestión.
- 2) Traspasar a sus clientes (último poseedor) la responsabilidad de la gestión de residuos de embalajes, haciéndolo constar en factura (especificando tanto el carácter comercial o industrial del embalaje como la nueva responsabilidad que implica para el cliente), y por otro lado, notificar el carácter comercial o industrial de los embalajes a las autoridades competentes en materia medioambiental en la Comunidad Autónoma correspondiente, indicando el tipo, número y peso total de los envases y embalajes puestos en el mercado nacional anualmente.

Por otro lado, independientemente de que los embalajes sean considerados de uno u otro tipo, siempre que se superen las cantidades expresadas en el R.D. 782/1998 se deberá elaborar y ejecutar un Plan Empresarial de Prevención de Envases (PEP), lo que implica tener que revisar el diseño de los envases y sistemas de embalaje y distribución. Los PEP son una herramienta de gestión empresarial para prevenir y controlar la generación de residuos de envases y embalajes. Las empresas deben comunicar a la Administración los logros obtenidos periódicamente mediante dichos Planes.

Un PEP implica un compromiso medioambiental de todos los departamentos de la empresa; están obligados a elaborar un Plan Empresarial de Prevención los envasadores y aquellos agentes económicos que, a lo largo de un año natural, pongan en el mercado nacional una cantidad de producto envasado y, en su caso, de envases industriales o comerciales o domésticos, que sea susceptible de generar

residuos de envases en cuantía superior a las siguientes cantidades (ECOEMBES, 2012):

- 250 toneladas de peso de envase si el material es vidrio
- 50 toneladas si el material es acero
- 30 toneladas si el material es aluminio
- 21 toneladas si el material es plástico
- 16 toneladas si el material es madera
- 14 toneladas si el material es papel, cartón o compuestos
- 350 toneladas para el total de materiales, aun no superando los umbrales por material citados anteriormente

Los PEP podrán elaborarse por los SIG de residuos de envases y envases usados, a través de los cuales los envasadores pongan sus productos envasados en el mercado; también pueden elaborarlos las empresas a título individual. Los Planes Empresariales de Prevención tendrán una periodicidad trienal, si bien deberán ser revisados siempre que se produzca un cambio significativo en la producción o en el tipo de envases utilizados. Una vez aprobado el correspondiente plan, antes del día 31 de marzo de cada año habrá que acreditar el grado de cumplimiento de los objetivos previstos para el año natural anterior.

ECOEMBES publica en su V Plan Empresarial de Prevención para 2012-2014 los resultados de 2012, en los que plantea como primer objetivo la reducción del 1,5 % del indicador K_r/K_p (peso de los residuos de envase generados en el año / peso del producto envasado en el año $\times 100$), y declara haber alcanzado una reducción del 1,58% en dicho indicador durante el primer año (ECOEMBES, 2012). Por otro lado el mismo documento recoge como resultado de reciclaje en 2012 la cifra de 70,3% de los envases gestionados por Ecoembes, superando el objetivo de 2008 marcado por la legislación europea.

En el contexto actual de profundos cambios sociales, es importante destacar que en los años anteriores a la crisis económica la generación de residuos de envases

adheridos a Ecoembes experimentó un crecimiento sostenido muy inferior al crecimiento del PIB (62% crecimiento PIB vs 13% crecimiento de los residuos de envases por habitante).

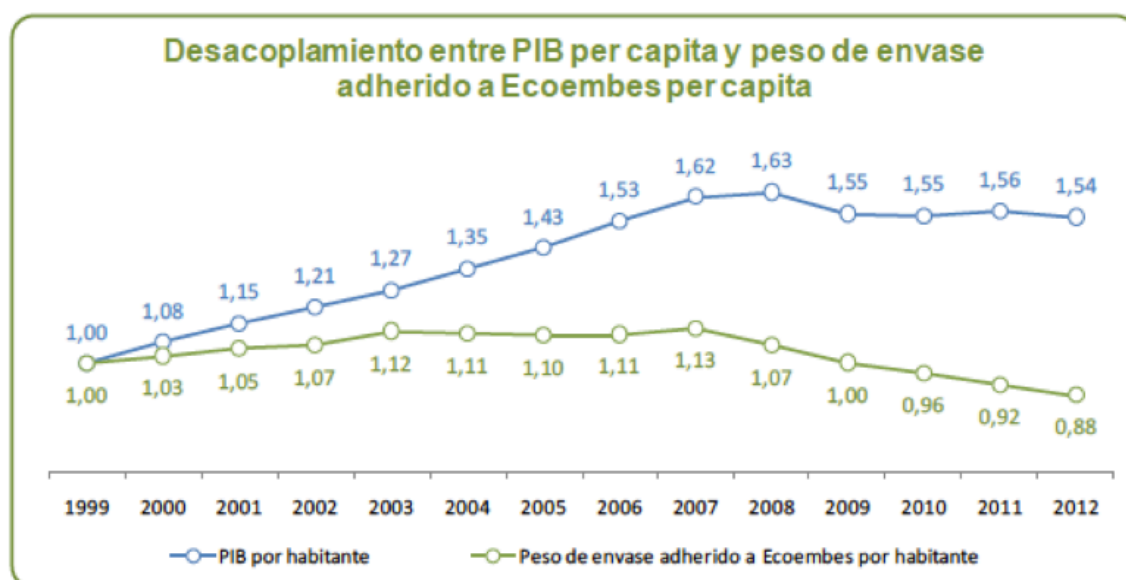


Figura 19. Relación entre (PIB y pesos de envases adheridos a Ecoembes) per cápita. Fuente: ECOEMBES.

A partir de 2008 se observa una reducción del 9% del PIB (fig. 19), mientras que para el mismo periodo la puesta en el mercado de envases adheridos a Ecoembes se ha reducido un 19%. Estos datos vienen a confirmar la relación existente entre el nivel de actividad económica y la generación de residuos de envases.

En cuanto a la gestión de residuos de envases, la normativa de envases establece que los residuos de envases han de ser entregados en condiciones adecuadas de separación por materiales a un gestor autorizado (reciclador o valorizador). Los residuos de envase domésticos deben ser separados en los hogares y depositados en los contenedores y lugares habilitados para ello conforme al modelo de recogida que tenga establecido la entidad local según sus ordenanzas municipales. En el caso de los residuos de envases domésticos son llevados a una instalación de separación y clasificación, más o menos compleja, donde se separan los envases de los impropios, y en el caso de los envases ligeros, éstos se separan por materiales, se clasifican por calidades y se envían al gestor posterior para su reciclado o valorización. En el caso

de los residuos de envases comerciales e industriales, éstos se clasifican por materiales, bien en la instalación donde se generan o bien en la instalación de un gestor externo, y se procede a la entrega al reciclador valorizador correspondiente.

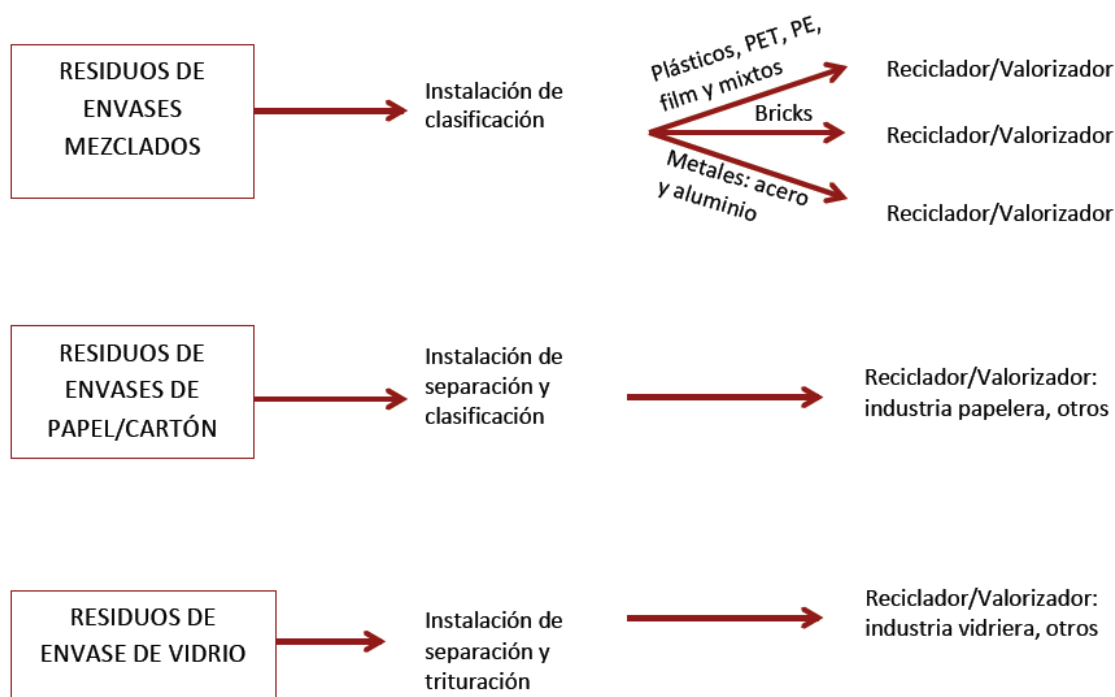


Figura 20. Ciclo de gestión de residuos de envases. Fuente: MAGRAMA (2008)

Finalmente, los rechazos de las instalaciones descritas en la fig. 20 se destinan a incineración o vertido.

En España, la gestión de la mayoría de envases y embalajes domésticos, así como los comerciales o industriales, acogidos voluntariamente a un Sistema Integrado de Gestión, la están realizando ECOEMBES y ECOVIDRIO. La segunda trata fundamentalmente con residuos de vidrio, cuya presencia como envases en construcción es prácticamente nula, por lo que a continuación se describirá la primera, ya que es la encargada de gestionar las tipologías de envases predominantes en construcción.

Ecoembalajes España, S.A. (ECOEMBES) es una sociedad sin ánimo de lucro, cuyo objetivo social es la creación y organización de sistemas que permitan la recogida

selectiva y recuperación de residuos e envases y embalajes, para su posterior tratamiento y valorización, en cumplimiento de las normas legislativas estatales y autonómicas que transponga, implementen y/o desarrollen la Directiva Europea 62/1994 sobre envases y residuos de envases.

Las empresas adheridas al SIG de ECOEMBES identifican sus envases con el símbolo *Punto Verde* (art. 7.3 de la Ley 11/97), propiedad de dicha Sociedad para todo el territorio español (fig.21).



Figura 21. Símbolo del "Punto Verde". Fuente: ECOEMBES.

Estas empresas pagan una cantidad por cada envase identificado con el Punto Verde puesto por primera vez en circulación en el mercado nacional. Ello permite la financiación de ECOEMBES y su SIG, y por tanto permite la consecución de los objetivos de reducción, reciclaje y valorización previstos en la Ley.

El papel es uno de los materiales de embalaje más reciclados en Europa, con un ratio de reciclaje del 78% según datos de 2010 de la *Confederation of European Paper Industries* (CEPI). No existen datos que diferencien el origen del porcentaje de cartón reciclado citado en los informes de la CEPI ni de EUROSTAT.

Los envases de plástico representan casi el 39% del mercado de plásticos en Europa. Según la *British Plastics Federation* (BPF), el 50% de la comida en Europa se empaqueta en plásticos, y la industria del plástico emplea 74.000 personas solo en el Reino Unido, con una facturación de 4 billones de euros. Las asociaciones de embalajes de plástico defienden la reducción de desperdicios que consiguen (principalmente en alimentación) gracias a un mejor embalaje. Por otro lado, los datos de la *European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations*

(EPRO) sugieren que el uso del plástico va en aumento, si bien los patrones de uso varían: de 11 kg/ persona en Finlandia a 24 kg/persona en España.

En términos de actividad de reciclaje, la EPRO establece que aproximadamente 1,8 millones de toneladas de embalajes de plástico fueron recogidos por los países miembros en 2004 para ser reciclados, y Europa 27+2 recicló 5246 MToneladas, de los que el 33,6% fue residuos de embalajes de plástico; la recuperación de energía alcanzó el 33,2%, y en total 66,8% de todo el residuo de embalaje de plástico fue recuperado, mientras el 34,1% fue enviado a vertedero o incinerado sin recuperación de energía. De acuerdo con la *Applied Market Information Ltd.* (AMI) el mayor grupo de reciclaje de plásticos es el Ravago Group, el cual se estima reprocessa más de 200.000 toneladas de residuos al año en sus plantas de Bélgica, Francia, Alemania, España e Italia.

En España, el reciclaje de residuos plásticos domésticos se ha incrementado en un 21% en los últimos nueve años. El crecimiento anual de esta práctica ha sido al ritmo del 13% anual hasta 2007 cuando la crisis impactó en el consumo. España envía a los vertederos el 65% del plástico que consume. En Suiza, ningún envase plástico tiene este fin y en Alemania, Dinamarca y Suecia, la tasa de este material que acaba abandonado como residuo solo alcanza al 3%. Sin embargo, mientras que en tasas de reciclado mecánico (el que consiste en dar nuevos usos a este material), España está en la media de sus vecinos europeos con un porcentaje de aprovechamiento del 21%, apenas se recicla este componente para usos energéticos: apenas un 14% se dedica a la generación de energía. Manteniendo el ejemplo de Suiza, allí solo se destina un 24% del plástico para fabricación de otros materiales. El restante 76% se utiliza para generar energía, con un poder calorífico superior al del carbón, al fuel oil o la madera, según Cicloplast.

La compañía AMI ha llevado a cabo recientemente una encuesta dirigida a más de 1000 empresas recicladoras de plásticos en Europa, y recoge los resultados en un informe denominado *AMI's guide to the plastics recycling industry in Europe*; el informe se centra en particular en compañías dedicadas al reciclaje mecánico de

termoplásticos. Según los datos obtenidos de las empresas encuestadas por AMI, la fuente más importante de materia prima para los recicladores procede del mercado industrial, con cerca del 90% de las empresas utilizando materiales del mismo. Por el contrario, menos del 10% de las empresas utiliza residuos procedentes del sector agricultor. Alrededor del 30% de las compañías recicla residuos comerciales o domésticos.

El suministro de residuo de plástico a la cadena de recuperación se apoya en la formación del público. Pero la concienciación del público por si sola no es suficiente, es preciso además estimular la demanda de productos que utilicen plásticos reciclados tales como mobiliario urbano u otros, y en parte depende de la producción coherente de reciclados de calidad, que a su vez requiere de una segregación eficaz de los residuos por parte de las industrias.

La mayoría de los plásticos que se producen en la actualidad son los denominados “termoplásticos”, es decir que se ablandan cuando se calientan. En general, los termoplásticos son más sencillos de reciclar que los plásticos termoestables. Polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policloruro de vinilo (PVC) son todos reciclados de manera frecuente, si bien la recuperación puede resultar más compleja cuando un producto está formado por más de un tipo de polímero. Si se recolectan separadamente y limpios es posible alcanzar altos niveles de reciclaje de polietileno (PE), polipropileno (PP) y policloruro de vinilo (PVC) (Hendriks y Pietersen, 2000). El reciclaje se complica si los residuos plásticos se mezclan con otros plásticos o contaminantes. El alcance de altos niveles de reciclaje está limitado debido al deterioro de las propiedades del plástico con el paso del tiempo; para reciclar es preciso añadir material virgen.

Básicamente se utilizan dos posibles fórmulas para gestionar los residuos de envases y embalajes de plástico:

- 1) Reciclaje: dividido entre reciclaje mecánico y reprocesado químico
- 2) Incineración con recuperación de energía

Para reciclar el residuo constituido por un tipo específico de plástico se utiliza el reciclaje mecánico, y si se trata de residuo de distintos tipos de plásticos mezclados o plásticos difíciles de reciclar se opta por recuperación de la energía.

Los niveles de reciclaje en plásticos y cartón pueden ser menores que para otras corrientes de residuos debido a su elevado ratio volumen/peso. Esto hace que los servicios de recogida sean menos eficientes, excepto si se utilizan elementos de tratamiento in situ tales como empacadoras; éstas se encuentran normalmente en lugares en los que se produce un gran volumen de residuos de embalajes, tales como hipermercados y algunas industrias, motivo que explica que la principal fuente de materia prima proceda del sector industrial, en lugar del agricultor o doméstico.

Se han identificado experiencias exitosas de reciclaje de plásticos en la región de Almería, lideradas por Ferrovial y Cicloplast, donde se utilizaron 2000 toneladas de plástico reciclado de invernaderos para asfaltar un tramo de autovía en Almería (Navas, 2014). En este caso la concentración geográfica facilitó la gestión, y continúan las investigaciones para incorporar plásticos reciclados a betunes modificados.

El palé es un elemento necesario para el transporte, por lo que es obligatorio por ley que el proveedor lo recoja, ya que si no pierde su coste; éste motivo ha hecho que aparezcan en el mercado palés más ligeros, de menor calidad, para que de este modo el proveedor se ahorre tener que recogerlos, aunque solo pueden ser utilizados para elementos ligeros. El reciclado de un palé permite que su vida no se acabe cuando ha sido utilizado para transportar mercancías, mediante su reciclaje y atendiendo a los criterios que marcan las normativas medioambientales y de calidad, se puede utilizar de nuevo para el mismo fin con todas las garantías de servicio.

1.4. Residuos de envases y embalajes en el sector de la construcción (REEC)

Es importante destacar que a la hora de fijar responsabilidades sobre la gestión del residuo de envases, la normativa distingue entre el envase que actúa como contenedor, y es necesario para su manipulación, o los embalajes no imprescindibles; en el primer caso, el responsable es el fabricante o distribuidor del producto, y en el segundo el poseedor del mismo. En el caso concreto de los envases y embalajes utilizados en el sector de la construcción, la función protectora predomina sobre la contenedora, lo que convierte al poseedor del residuo, la constructora, en el responsable de gestionar los residuos que se generen.

Los materiales a emplear en una obra de edificación son definidos por el equipo de diseño durante la redacción del proyecto, condicionándose desde éste momento en gran medida el volumen de residuos que se generará durante la etapa de construcción, en función de los materiales y soluciones constructivas escogidas. Al entrar a valorar el impacto ambiental de los materiales de un proyecto, su embalaje debería considerarse como un aspecto más a ser tenido en cuenta en materia de sostenibilidad, inicialmente al considerarlo en la etapa de diseño y durante la construcción mediante una adecuada gestión de su residuos. En el sector de la construcción, los materiales de gamas altas presentan embalajes más sofisticados que los de segmentos inferiores, aportando una mayor protección destinada a minimizar roturas, e identificando el producto con una imagen diferencial.

El principal problema que plantean los residuos de embalajes en obra es su volumen (tal y como se comprueba en la fig. 22), que complica su gestión, reclamando un tratamiento diferenciado para optimizar sus posibilidades de valorización. Los materiales que forman los embalajes de productos de construcción son fundamentalmente papel y cartón, plástico, madera y metal. El valor económico de éstos residuos es reducido excepto en el caso de los metálicos, y esto hace que precisamente gracias a la facilidad de reventa de los residuos metálicos lo habitual es que se gestionen específicamente por el personal en la obra y en pocos casos lleguen a las plantas de tratamiento. Los embalajes más problemáticos en cuanto a su

gestión son cartón y plásticos, ya que unido a su escaso valor, ocupan un gran espacio si no se compactan con maquinaria específica, y si se mezclan con el resto de RCD provocan una contaminación que incrementa el coste de gestión del residuo. Por ello es importante conseguir su segregación en obra, para asegurar que el residuo predominante de pétreos y cerámicos llegue limpio a la planta y optimizar el ratio de reciclaje final del mismo, además de permitir la valorización de cartón y plástico evitando que acaben como rechazo en vertederos.



Figura 22. Contenedor lleno de restos de embalajes mezclados en obra de Acero-Tech en Las Marías, Torrelodones.

Otro problema que afrontan las constructoras encargadas de gestionar los residuos de las obras de edificación es la dispersión geográfica de estas, lo que les limita las posibilidades de optimizar la gestión de los residuos (por ejemplo, empleando equipamiento específico para compactar), especialmente en el caso de los embalajes, con gran volumen y poco peso.

Dado que existen empresas dedicadas a la recuperación, reparación, reciclaje, alquiler y venta de palés, es importante considerar desde el comienzo de la obra las posibilidades reales de gestión en función de su situación geográfica. Al contrario que en el caso de la madera, el plástico de protección que se usa en forma de film de paletizar no es imprescindible para el transporte, por lo que la ley no obliga al

proveedor a recogerlo; esto ocasiona grandes volúmenes de plástico en obra que será preciso gestionar.

En el ámbito de la construcción en España, se han desarrollado diversas iniciativas para mejorar la gestión de los residuos inertes, pero no existe prácticamente documentación centrada específicamente en el residuo generado por los embalajes de materiales de construcción, constituidos fundamentalmente por madera, cartón y plásticos. Se ha comprobado la importancia que tienen los residuos de envases y embalajes en la construcción (González, Del Río, 2011), por lo que es imprescindible diseñar sistemas específicos de gestión que garanticen su adecuado tratamiento.

Aunque se concretará en el capítulo del estado del arte, se puede avanzar que en el Manual de Minimización y Gestión de Residuos en las Obras de Construcción y Demolición, editado por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC, 2000), dentro del marco del Programa Life de la Dirección General de Medio Ambiente – Comisión Europea, se realizan recomendaciones generales y el manual dedica un breve capítulo a embalajes y plásticos.

1.5. Responsabilidad Social y Certificaciones en Sostenibilidad.

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es la forma de conducir los negocios de las empresas que se caracteriza por tener en cuenta los impactos que todos los aspectos de sus actividades generan sobre sus clientes, empleados, accionistas, comunidades locales, medioambiente y sobre la sociedad en general. Ello implica el cumplimiento obligatorio de la legislación nacional e internacional en el ámbito social, laboral, medioambiental y de Derechos Humanos, así como cualquier otra acción voluntaria que la empresa quiera emprender para mejorar la calidad de vida de sus empleados, las comunidades en las que opera y de la sociedad en su conjunto (Observatorio de la RSC). Por definición, la RSC concierne al comportamiento ético relacionado con el medio ambiente, la sociedad y la economía (Shen, L. et al, 2010).

Cuando las empresas constructoras establecen la sostenibilidad como una de sus metas, habitualmente fijan políticas de RSC para implementar los procedimientos necesarios. La RSC es conocida por llevar las responsabilidades hacia el medioambiente y reconocer la dimensión social de la sostenibilidad, habitualmente es descuidada. La importancia de una correcta gestión ambiental se ha impuesto en las últimas décadas por la influencia del cambio climático, la generación desmesurada de residuos, la necesidad de cumplir con la legislación vigente y el consumo de recursos limitados (Asociación Española para la Calidad, 2013).

Existen importantes tratados y convenciones entre los que se incluyen las Directrices de la OCDE para empresas multinacionales, que especifican asimismo la responsabilidad de las empresas respecto a los efectos que tienen y sus procesos, productos y servicios en la calidad del aire, del agua, en el clima y en la biodiversidad. Asimismo, se incluyen una serie de principios generales sobre la preservación del medioambiente tanto en el Tratado Constitutivo de la Unión Europea como en la Declaración de Río de 1992, como son los principios de cautela y de acción preventiva, el principio de corrección de los atentados al medioambiente y en el principio de *quien contamina paga*.

En este sentido, son muchas las empresas que deciden implantar voluntariamente un Sistema de Gestión Medioambiental (SGA), comprometiéndose a demostrar la conciencia medioambiental que adquieren con su entorno (Gobierno de La Rioja, 2003). Una empresa puede adoptar un SGA propio o adherirse a una norma establecida por un organismo externo de los siguientes:

- El Reglamento CE nº 1221/2009, del Parlamento Europeo y del Consejo, que permite a las organizaciones adherirse con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditorías medioambientales Eco Management and Audit Scheme (EMAS)
- La norma española UNE-EN ISO 14001: 2004 Sistemas de Gestión Medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización

Los SGA se organizan en torno al Ciclo Deming (o Círculo PDCA), y entre sus documentos clave se encuentran (Fundación Entorno, 1998):

- La política medioambiental (objetivos)
- El plan de acción (programa)
- La estructura organizativa
- La formación, información interna y competencia profesional
- La integración de la gestión medioambiental en la gestión de las operaciones de la empresa
- La vigilancia y seguimiento
- La corrección y prevención
- La auditoría del SGA
- La revisión del SGA
- La comunicación externa

Según el *Annual ISO Survey 2012* (International Organization for Standardization, 2013) la certificación de Gestión Ambiental ISO 14001, al cierre del año 2012 contabilizó 285.844 certificados de Gestión Ambiental en 167 países, encabezado

por China con el mayor número de certificados emitidos, seguido de Japón e Italia. España se consolidó en 2012 como cuarto país del mundo y segundo de Europa, con cerca de 20.000 certificados. El informe ISO no ofrece información sobre los distintos sectores donde se han obtenido estos certificados (Villoria, 2014).

Respecto al Registro EMAS, en España se contabilizan un total de 1.258 organizaciones registradas según datos de 2012, por detrás de Alemania con 1.336 (Asociación Española para la Calidad, 2012), con la distribución por sectores reflejada en la figura 14, donde se comprueba que el 10% corresponde a empresas del sector de la construcción (fig. 23):

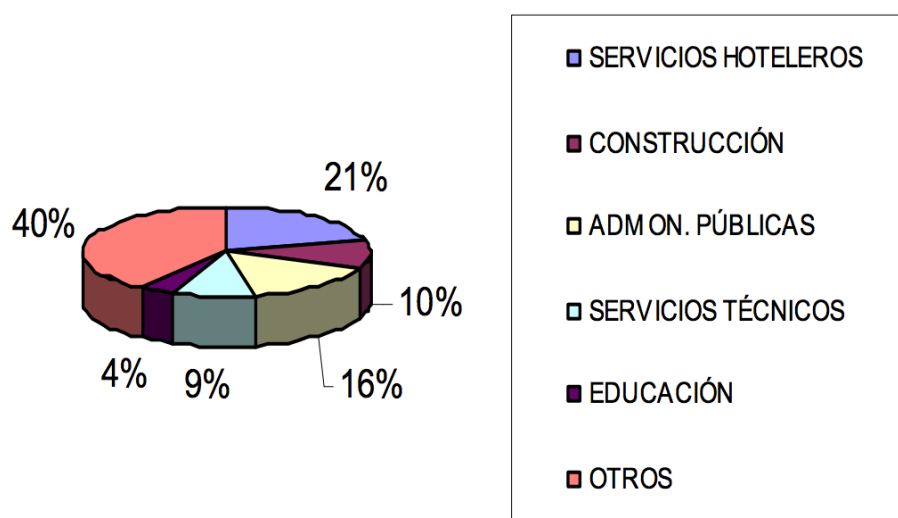


Figura 23. Distribución de certificados EMAS por sectores de actividad económica. Fuente: D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, MAGRAMA (2012)

Estos datos muestran la gran ausencia de empresas constructoras certificadas con sellos medioambientales (ISO o EMAS) en comparación con otros sectores (Rodríguez Jerónimo, 2006). Uno de los requerimientos que establecen la norma ISO 14001 y el Reglamento EMAS que presenta especial dificultad es la medición y estudio del comportamiento medioambiental de la empresa, en base a indicadores medioambientales definidos para eficiencia energética, agua, residuos, emisiones etc. (Villoria, 2014).

Los problemas medioambientales tales como el cambio climático, la escasez de recursos, etc., han generado una cierta concienciación social, lo que ha llevado a los proyectistas al estudio de los edificios más allá de las clásicas buenas prácticas, con la incorporación de medidas para el ahorro de recursos, la búsqueda del confort y la selección de los materiales según criterios medioambientales. En este contexto surgen los sellos en sostenibilidad, herramientas soportadas por una serie de organizaciones internacionales tales como el World Green Building Council (WGBC), la International Initiative for Sustainable Building Environment (iSBE) o la Sustainable Building Alliance (SBA).

Estas organizaciones se plantean como misión contribuir a la transformación de la industria de la construcción hacia unas prácticas más sostenibles, y para ello proporcionan herramientas y estrategias que proponen superar los límites de la normativa obligatoria, llevando los parámetros de los proyectos más allá de lo que habitualmente se cumple, para con el tiempo hacer que la normativa también se vuelva más exigente. La figura encargada de llevar a cabo la certificación es una tercera parte independiente.

Los sistemas de certificación en sostenibilidad establecen los criterios a valorar, analizan que tipo de impactos producen, y después ponderan la importancia de cada uno de los impactos dentro del criterio evaluado. La norma encargada de regular los sistemas de certificación es la norma ISO/FDIS 21931-1 de 2010 *Sostenibilidad en la edificación. Marco para métodos de evaluación del impacto medioambiental de las obras de edificación*.

En España, en la actualidad operan tres sellos de certificación: *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM ES) y Valorización de Eficiencia de Referencia de Edificios (VERDE), pertenecientes respectivamente al WGBC, SBA e iSBE (Andrés Ortega, S., González Pericot, N., 2011). Todo proyecto de edificación de cierta envergadura opta hoy por alguno de los sellos que operan en nuestro país, con objeto de demostrar al mercado el compromiso del promotor con el medioambiente

y la responsabilidad social de la empresa, a la vez que el sello le aporta una ventaja diferencial con respecto a los edificios que carecen de él. El número de edificios certificados aumenta progresivamente, en febrero de 2014 LEED tiene 193 proyectos registrados y/o certificados; BREEAM ES 96 certificados y 43 registrados; y VERDE 4 certificados y 29 registrados.

Los métodos de evaluación del impacto medioambiental de los edificios proporcionan:

- Un conjunto de referencias común y verificable, de manera que los propietarios de edificios que quieren conseguir un mayor rendimiento medioambiental tengan un sistema para medir, evaluar y demostrar ese esfuerzo
- Una referencia que sirve de base para que los propietarios de edificios, equipos de diseño, constructores y proveedores puedan formular estrategias efectivas en el diseño y el funcionamiento de los edificios, destinados a mejorar su impacto medioambiental
- Información detallada sobre el edificio, que se recopila y organiza de tal forma que se puede utilizar para lograr un menor coste de funcionamiento, menores costes de financiación y de seguros y una mayor tasa de ocupación y rentabilidad
- Una descripción clara de los factores considerados fundamentales en el impacto medioambiental del edificio y su importancia relativa, con el fin de ayudar en el proceso de diseño

Un sistema de certificación por tanto es una herramienta que sirve para medir cuantitativamente el impacto que genera un edificio a lo largo de su vida útil; los impactos pueden ser de carácter ambiental, económico o social. A menudo se identifica *sostenibilidad* con criterios de eficiencia energética, pero las certificaciones no sólo tienen en cuenta el ahorro de energía, sino también otros aspectos de

ahorro como el consumo de agua, el tipo de materiales a emplear, y la correcta gestión del edificio durante su uso, completando así el ciclo de vida del edificio.

Los sistemas de certificación en sostenibilidad descomponen los criterios que quieren valorar en impactos, y los miden mediante indicadores (tabla 9):

IMPACTO	INDICADOR
Cambio climático	kg de CO ₂ eq
Agotamiento de suelo para depósito de residuos no peligrosos	m ³
Agotamiento de energía no renovable, energía primaria	MJ
Agotamiento de recursos no renovable diferente de la energía primaria	ADP (Potencial de Agotamiento Abiótico)
Agotamiento de agua potable	m ³
Uso del suelo	m ²
Agotamiento de suelo para depósito de residuos no peligrosos	m ³
Peligro por la disposición o almacenamiento de residuos peligrosos	kg
Peligro por la disposición o almacenamiento de residuos radiactivos	kg
Salud, bienestar y productividad para los usuarios	%
Riesgo financiero o beneficios por los inversores-coste del ciclo de vida	€/m ²

Tabla 9. Impactos e indicadores evaluados en VERDE. Fuente: GEA VERDE V02.

La gestión de los residuos tratada en este trabajo tiene incidencia directa en el impacto de "agotamiento de suelo para depósito de residuos no peligrosos", y también en dos de los impactos más significativos: "cambio climático" y "agotamiento de recursos no renovables diferentes de la energía primaria"; indirectamente además, en "agotamiento de energía no renovable de energía primaria", necesaria para transformar las materias primas.

Dentro de las categorías que consideran los distintos sellos, en todos ellos aparece un apartado destinado a la gestión de residuos, tal y como se detallará más adelante

en el Estado del Arte. Además, se fomenta la utilización de materiales con contenido en reciclado, aspecto imprescindible si se quiere llegar a cerrar el ciclo, ya que tras el objetivo de optimizar los ratios de reciclaje es preciso dar salida a esos productos, puesto que de otro modo los esfuerzos invertidos carecen de sentido.

1.6. Consideraciones del capítulo de Introducción.

La sociedad actual muestra una inquietud evidente por las problemáticas relacionadas con el medioambiente. La creciente cantidad de residuos ocupa uno de los primeros lugares entre las preocupaciones de los ciudadanos. Desde una perspectiva socioeconómica, la generación de residuos está íntimamente ligada al crecimiento económico. En España el sector de los residuos se revela como un importante motor de empleo, con un 27% del total de empleo verde.

No se han encontrado evidencias que prueben el cumplimiento de los objetivos planteados por el PNIR en relación con los RCD, y por otro lado, la coyuntura económica actual ha reducido drásticamente el volumen de construcciones que inspiró estas regulaciones, y con ello sus RCD. A pesar de ello, según la Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción Demolición (GERD), el freno dramático de los RCD generados desde 2008 ha venido acompañado del crecimiento de sanciones y multas por vertidos ilegales, reduciendo considerablemente los RCD gestionados en instalaciones autorizadas (GERD, 2013). En cuanto a los residuos de envases y embalajes, la información de tasas de reciclaje disponible procede fundamentalmente de ECOEMBES, y no permite identificar el origen de los residuos tratados más allá de la distinción entre doméstico e industrial. Los REEC se incluyen en el segundo, pero al tratarse la construcción de una industria itinerante su recuperación real en la actualidad es muy reducida.

Si se analiza el ciclo de vida de un proyecto de edificación desde la perspectiva de su potencial como generador de residuos de envases y embalajes, y partiendo de que el 80% del impacto de los productos se define durante su etapa de diseño, será preciso identificar que productos conllevan mayores cantidades de embalajes. Una vez identificados se plantean dos tipos de acciones: la posibilidad del rediseño del material durante su etapa de producto, para minimizar en lo posible su embalaje, y el estudio de opciones de gestión en su etapa de fin de vida en búsqueda de un nuevo uso, o su aptitud para el reciclaje.

El indicador que relaciona el peso del envase con el peso del producto a , que acompaña (K_r/K_p) se utiliza fundamentalmente en alimentación y productos de uso diario, pero hasta la fecha no se ha considerado su aplicación en la industria de la construcción. Cuando se plantea una posible reducción del peso del envase y el embalaje es importante garantizar la protección del producto para evitar mayores pérdidas; un adecuado equilibrio entre envase y embalaje asegurarán la protección que requiere cada producto. Para completar un programa de "*eco-rediseño*", tras reducir en lo posible la relación K_r/K_p se deberá asegurar que el embalaje terciario es reutilizable o reciclable y que el sistema de transporte seleccionado es eficiente.

La identificación de los embalajes predominantes en obras de edificación residencial, junto con el conocimiento de los patrones de producción de sus residuos en el programa de obra permitiría mejorar la gestión de REEC e indirectamente la de los RCD, al reducir el impacto de los primeros como agente contaminante en el global de RCD.

2. ESTADO DEL ARTE.

Este capítulo analiza los antecedentes de las investigaciones desarrolladas sobre RCD y Residuos de Envases y Embalajes (REE), así como diversas iniciativas para mejorar la gestión de REE.

2.1. Investigaciones realizadas sobre RCD y REE.

A continuación se realiza una selección de investigaciones encontradas en la búsqueda bibliográfica y documental sobre los temas abordados en la tesis, clasificadas en función de su campo de estudio:

1. Cuantificación y categorización de residuos
2. Metodología de estimación de residuos
3. Ratios de generación de RCD
4. Comportamiento de los agentes implicados hacia la gestión de RCD y REE
5. Procedimiento de gestión de residuos
6. Buenas prácticas para la gestión de residuos

2.1.1. Investigaciones sobre cuantificación y categorización de RCD.

Dentro de este primer apartado se recogen los estudios que analizan las cantidades de residuos generadas en obras de construcción:

Llatas (Llatas, 2011) presenta un modelo que permite estimar los RCD durante la fase de diseño; para plantearlo analiza 20 edificios tipo de vivienda protegida, de los que extrae 200 elementos constructivos. El modelo se aplica a un edificio concreto con 26 viviendas en cuatro plantas en Andalucía y con él determina el porcentaje que ocupan los tres tipos de residuos que define (tierras, envases y restos) sobre el volumen total de RCD. Afirma que los residuos procedentes tierras alcanzan un 67%, y los envases y restos suponen el 33% del total generado en volumen. Concluye que más del 50% del residuo de embalajes se genera durante las fases de albañilería y revestimientos, y establece cinco fracciones dentro de los residuos de embalajes:

residuo de madera 70%, residuo de plástico 13%, residuo de cartón 11%, residuo metálico 5% y residuo de envases mezclado 1%.

Un informe publicado en 2005 por el Building Research Establishment (BRE) recoge un estudio en el que se monitorizaba durante una semana 25 obras de diversas tipologías y en diferentes fases para analizar el residuo de embalaje que generaban. En términos de toneladas totales se produjeron 131 toneladas, de las que el 59% eran residuos de madera, el 24% cartón y papel y el 17% plástico.

En su tesis doctoral, Villoria (Villoria, 2014) cuantifica peso y volumen de RCD en 7 obras de edificación residencial generados en relación con las actividades de construcción desarrolladas. La tabla 10 resume las medias obtenidas en peso y en volumen, para obtener el porcentaje que supone sobre el total en relación con la actividad de obra desarrollada:

Actividad	Media Kg RCD/m2 const	%	Media m3 RCD/m2 const	%
Estructura	12,45	6%	2,07	6%
Estructura + Albañilería	11,72	6%	1,45	5%
Albañilería	30,59	16%	3,58	11%
Albañilería + Acabados I	29,08	15%	4,91	15%
Albañilería + Acabados I-II	26,41	13%	4,61	14%
Albañilería + Acabados II	7,05	4%	1,63	5%
Acabados I	17,25	9%	3,73	12%
Acabados I-II	37,63	19%	5,27	17%
Acabados II	23,59	12%	4,65	15%
Total	195,77	100%	31,9	100%

Tabla 10. Peso y volumen medio de RCD por m2 construido. Fuente: Villoria (2014).

Villoria (Villoria, 2014) también resume los estudios previos que distinguen el porcentaje que representa cada categoría de RCD sobre el volumen total generado (tabla 11):

Residuo	Autor							
	Maña I Reixach et al (2000)	I PNIR (2001)	Pereira (2002)	Costa & Ursela (2003)	Bergsdal et al. (2007)	Mercader et al. (2013)	Coelho & Brito (2011)	Llatas (2011)
Tierras, piedras y rocas sin SP	-	9.00	-	-	-	0.20	-	67.00
Mezclas de hormigón, ladrillos y mat.	85.00	66.00	58.30	84.30	67.24	95.61	82.90	
RCD Mezclado	-	75.00	-	-	-	0.08	-	
Madera	11.20	4.00	8.30	-	14.58	0.55	-	
Envases de papel y cartón	-	0.30	-	-	-	0.86	1.20	
Plástico	0.20	1.50	0.83	-	-	0.77	0.16	33.00
Yeso	-	0.20	-	-	-	0.85	6.40	
Vidrio	-	0.50	-	-	-	-	-	
Metales	1.80	2.50	8.30	0.08	3.63	0.77	4.50	
Asfalto	-	5.00	10.00	6.90	-	-	4.20	
Otros	1.80	11.00	14.20	8.80	14.55	0.38	-	

Tabla 11. Porcentaje de cada categoría de RCD sobre el volumen total generado. Fuente: Villoria (2014)

Se comprueba la disparidad entre los datos obtenidos de los estudios analizados, motivada, según Villoria, por las diferentes técnicas constructivas utilizadas en función de la zona geográfica donde se ubican las obras analizadas (Madrid, Sevilla, Portugal, etc.)

En *A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites* (Katz y Baum, 2011), en relación con los residuos de envases y embalajes, se observa que madera, plástico, papel y cartón se acumulan como resultado de los trabajos de acabados, ya que los materiales utilizados en esta etapa llegan a la obra protegidos, en lugar de a granel, forma característica de los materiales en las etapas de estructuras. Los investigadores israelíes declaran que aproximadamente dos tercios de la cantidad de residuos se acumulan en el último tercio del programa de construcción, si bien en ésta última etapa, la cantidad de reciclable decrece debido al incremento de embalajes. Esta afirmación puede ser debida a la falta de infraestructuras para reciclar plásticos en la geografía israelí.

Tam, en su artículo *A review on the viable technology for construction waste recycling*, afirma que papel y cartón suponen aproximadamente un 37% en volumen, y habitualmente atrae a los recicladores para reprocesar el residuo como nuevo papel mediante purificación (Tam et al, 2006). La construcción genera una gran cantidad de residuos de madera en todo el mundo; se estima que cada año se generan 2.5 millones de toneladas de residuo de madera en el Reino Unido.

2.1.2. Trabajos sobre la metodología de estimación de RCD.

Considerando la metodología desarrollada por los investigadores para identificar los patrones de generación de los distintos tipos de residuos, destacan los siguientes trabajos:

Katz y Baum (2011) desarrollan una metodología para estimar la evolución del RCD en obras de edificación (similares a las del presente trabajo en cuanto a tipología), con las características constructivas propias de la zona de Israel. En el artículo *A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites*, se concluye que el flujo de residuos en una obra debe evaluarse de acuerdo con el tipo de residuo y con la actividad constructiva que lo generó, por lo que la fórmula idónea consistiría en aislar las diferentes actividades de construcción y monitorizar el residuo generado durante cada una de las actividades; esto daría una información muy precisa sobre el residuo asociado a cada actividad, y gracias a la integración de todos los datos acumulados durante los meses que dura la construcción se alcanzaría una información completa y fiable. En cualquier caso, Katz y Baum reconocen que en obras de una cierta envergadura tales como edificios residenciales de varias plantas es imposible seguir esta metodología que proponen sin molestar a las actividades propias de la construcción, y la necesidad de realizarlo en un número de obras adecuado para obtener una estadística fiable lo convierte en un método no aplicable. El desarrollo del estudio que realizan se basa por ello en la observación puntual de un número de obras en determinados momentos, en la que combina la inspección visual del contenido de los contenedores (al igual que el informe de BRE de 2005 citado en el apartado 2.1.1.) y su relación con la etapa de la

obra en la que se produce, asociado a la actividad constructiva que lo genera, en relación con el cronograma del proyecto.

Villoria (2014) realiza una cuantificación de residuos de albañilería recurriendo para un análisis teórico a una de las herramientas más utilizadas por los profesionales del sector para estimar los RCD generados en sus obras: el software Arquímedes de Cype Ingenieros, fundamentado en una base de datos que contiene 400.000 elementos de edificación, urbanización, ingeniería civil, rehabilitación y restauración, con los correspondientes datos de generación de RCD (Cype Ingenieros, 2013). Este software, junto con las mediciones y las características del proyecto, permite cuantificar, tanto en peso (kg) como en volumen (m^3), las distintas categorías de residuos generadas en cada actividad de la obra y por agregación, la totalidad de la misma.

Solís-Guzmán et al (2010) establecen un modelo para la cuantificación de RCD en España basándose en los presupuestos del proyecto. Su modelo cuantifica las distintas categorías de residuos generados, diferenciando el residuo procedente de las demoliciones, las pérdidas de material durante la construcción y embalajes.

Desde la Universidad de Malaysia, Ahankoob et al. destacan el importante papel que pueden desempeñar los programas sobre Building Information Modeling (BIM) durante la etapa de diseño, ya que el residuo virtual, simulado con la herramienta, puede ser identificado de manera efectiva y así estimado y reducido (Ahankoob et al, 2012). Según los autores, BIM aporta las bases para una planificación y temporización mejorada de los subcontratistas, ayudando a asegurar la llegada a tiempo de personal, equipamiento y materiales, y contribuyendo a reducir la cantidad de residuos e incrementar los beneficios.

Cheng y Ma diseñan en Hong Kong un sistema basado en BIM para estimar y planificar los residuos generados en demolición y rehabilitación (Cheng & Ma, 2013). Su sistema puede extraer información y volumen de los materiales a través del modelo BIM e integrarla para una estimación detallada de los residuos y su

planificación. También se considera el reciclaje y reutilización de los residuos, de modo que se puede suministrar la información a los recicladores antes de la demolición o rehabilitación, para lograr un reciclaje más cooperativo y eficiente.

Concretamente, el sistema diseñado bajo metodología BIM puede cumplir las siguientes funciones:

1. Obtener información detallada sobre el volumen de cada categoría de elementos
2. Obtener información detallada sobre el volumen de cada tipo de material
3. Estimar el volumen total de RCD inertes y no inertes
4. Estimar los costes de vertedero: cada constructor será capaz de conocer la diferencia de tasas en base a los datos introducidos por esta herramienta de estimación, y por ello estará más motivado para minimizar el residuo generado y desechado en proyectos de demolición y rehabilitación
5. Estimar el número total de camiones con contenedores de RCD: la estimación facilitará a los constructores las decisiones sobre los requisitos de los contenedores

La viabilidad en función del método de gestión ha sido objeto de diversas investigaciones: un estudio de Seydel et al (2002) titulado *Financial evaluation of waste management methods: a case study*, realizó una comparativa entre diversos métodos de gestión de residuos en una obra residencial en bloque en Brisbane, Australia, similar en tamaño a las que se analizarán en el presente trabajo pero con la tipología constructiva propia de la zona australiana. La obra consistía en dos bloques de 5 plantas con parking subterráneo y urbanización. Se comparan tres métodos de gestión distintos:

- 1) Tradicional: todos los residuos se desechan en los contenedores situados en obra, sin segregación de ningún tipo
- 2) Actual: la gestión real llevada a cabo en el proyecto de Vantage Apartments, en la que se adopta la segregación de algunos materiales
- 3) Propuesta: esta sería la gestión con muy altos niveles de segregación y conciencia ambiental en la obra

El análisis se divide en dos partes: una previsión del flujo de residuos, para anticipar aproximadamente las cantidades de residuos, y un análisis del coste para determinar

aproximadamente los costes totales. Los resultados indican que el coste total de la gestión de residuos para el caso piloto era aproximadamente el mismo que para el método tradicional. Aunque es obviamente beneficioso para el medioambiente incrementar los esfuerzos en la segregación de residuos y su reciclaje, el estudio concluye que debe considerarse que los costes incrementan sustancialmente, y por otro lado si las oportunidades para el reciclaje aún no están disponibles existe muy poco potencial para ningún ahorro financiero ni medioambiental, y las empresas deben considerar el incremento de coste de cara a la competitividad en licitaciones y en los márgenes de beneficios. Es preciso considerar que este estudio es de 2002, utilizando una obra de 2000, y que en general las infraestructuras de gestión de residuos han evolucionado positivamente, si bien en función de la zona geográfica de la obra la distancia puede penalizar mucho.

También Villoria realiza un estudio económico (Villoria, 2014) analizando la gestión según 5 modelos de datos, concluyendo que los modelos de gestión que incluyen una segregación y deposición en instalación autorizada incrementan alrededor de un 50% más el coste de gestión de RCD que cualquier otra alternativa estudiada.

2.1.3. Investigaciones sobre ratios de generación de RCD.

Son varios los investigadores que cuantifican mediante ratios los RCD generados en obras de edificación.

Mercader et al (2013) estableció ratios de generación para cada categoría de RCD tras analizar los recursos consumidos en diez edificios residenciales, obteniendo $0,07979 \text{ t/m}^2$ como ratio de RCD total.

Katz y Baum (2011) cuantifican la cantidad total de residuo generado a lo largo de la construcción de un proyecto residencial en Israel en $0,20 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Un estudio de la Universidad de Lisboa (Mália et al, 2013) presenta una revisión en profundidad de más de 20 investigaciones relacionadas con ratios de estimación de

RCD, donde sus indicadores determinan que la composición media de residuos generados en obra son principalmente hormigón y cerámicos. Específicamente para edificación residencial de obra nueva, cifra la generación de RCD en edificios con estructura de hormigón armado entre 44 y 115 kg/m². El análisis de las horquillas de valores en los indicadores obtenidos lleva a la conclusión de que la disparidad obtenida prueba que no es posible, con los datos actualmente disponibles, realizar predicciones exactas de RCD independientemente de las condiciones locales de cada obra, en parte debido al número relativamente pequeño de estudios que se han realizado con la intención de cuantificar RCD.

Además, se comprueba que numerosos estudios analizan ratios de cuantificación de RCD, pero prácticamente en ningún caso se estudia el residuo de embalaje, a pesar de contribuir considerablemente a los RCD (Lu y Yuan, 2010).

Por último, Villoria resume los estudios previos de cuantificación de RCD en obras de construcción (tabla 12) de los que se extraen los relativos a obras de edificación residencial de nueva construcción (Villoria, 2014). En su tesis doctoral, Villoria obtiene un ratio de 123,29 kg RCD/m² y 0,19 m³/m².

Autor / Fuente	País	Año	Ratios de generación (kg/m ²)											
			Total	Hormigón	Ladrillos	Tejas, mat ceram	Hormig y ceram	Madera	Vidrio	Plástico	Metales	Aislante	Yesos	Mezcla RCD
II PNRC	Esp	2008	120.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bergsdal et al.	Nor	2007	29.36	-	-	-	6.50	5.68	0.24	-	0.11	1.20	3.04	9.60
			30.77	-	-	-	19.11	2.75	0.12	-	0.48	0.21	1.38	6.19
Mañá i Reixach et al.	Esp	2000	114.26	3.29	-	-	96.92	2.52	-	0.14	3.38	-	5.93	0.87
			114.47	4.47	-	-	96.92	0.99	-	0.15	3.93	-	5.93	0.87
Kofoworola et al.	Tailand	2009	21.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solís-Guzman et al.	Esp	2009	255.49 / 92.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMART Waste	UK	2010	168.05	32.90	29.24	1.86	38.65	12.46	-	2.94	2.80	3.32	7.64	20.99
Llatas	Esp	2011	115.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Estudios previos de cuantificación de RCD en obras de nueva construcción residencial. Fuente: Villoria (2014)

Solo se ha encontrado un artículo científico en el ámbito de la construcción que realiza una estimación específica para los residuos de embalajes, en el que Llatas establece un ratio de generación de residuo de embalaje de $0,0819 \text{ m}^3/\text{m}^2$, y global de RCD de $0,1388 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Llatas, 2011).

Finalmente, junto con las investigaciones citadas destaca la Guía de Aplicación del Decreto 201/1994 elaborada en 1994 por la Agencia de Residuos de Cataluña conjuntamente con el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC). Posteriormente diversos documentos del ITeC utilizan sus datos como base para estudios específicos, dentro del marco de un Programa Life. La Guía establece en la evaluación de los volúmenes de los residuos de construcción de edificación un volumen de residuo aparente de embalajes de $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

Uno de dichos estudios es el "Plan de Gestión de Residuos en las obras de construcción y demolición", documento en el que tras establecer una metodología para la realización de un plan de gestión de residuos, se realiza un seguimiento de la gestión de residuos en la construcción de un conjunto residencial, cuyo esquema de gestión de residuos es el siguiente (fig. 24):

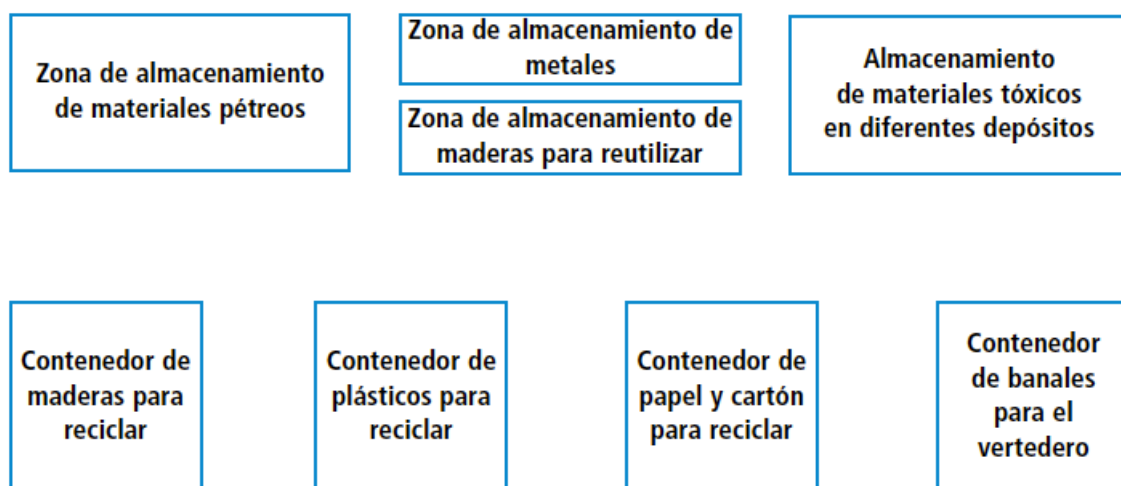


Figura 24. Esquema de gestión de los residuos. Fuente: ITeC.

Partiendo de estudios desarrollados por el ITeC sobre los residuos que genera una obra actual ejecutada mediante una construcción convencional y sin ningún tipo de

control, realiza una caracterización y cuantificación de los residuos en obras de construcción con los siguientes valores medios para sus cantidades globales.

1) Total de RCD:

Fase de estructuras	0,01500 m³/ m² construido (encofrado de madera) 0,00825 m³/ m² construido (encofrado metálico)
Fase de cerramientos	0,05500 m³/m² construido
Fase de acabados	0,05000 m³/m² construido

Tabla 13. Valores medios de caracterización y cuantificación de residuos. Fuente: ITEC.

Los valores de la tabla 13 suponen un total de 0,12 m³/m² construido (con encofrado de madera); el valor de referencia en el borrador del PNIR era de 120 kg/m², Villoria obtenía un valor de 123,29 kg/m² (2014), Llatas 115,29 kg/m² (2011) y Maña y Reixach 114,47 kg/m² (2000).

MATERIALES kg	GUÍA DE APLICACIÓN del Decreto 201/1994 kg	PROSPECCIÓN SEGÚN EL PROYECTO EJECUTIVO kg	RESULTADOS REALES kg	PESOS REALES DE LOS RESIDUOS kg/m²
Pétreos	28.077.670	58.347.000	42.788.000	1.429,00
Metales	233.482	640.280	413.280	14,00
Madera	688.472	134.000	76.900	2,60
Vidrio	23.947			
Plástico	11.973	1.450		
Fibrocemento		61.000	4.900	0,16
Otros	179.601	8.900	54.000 ¹	1,80
TOTAL	29.215.145	59.192.630	43.337.080	1.448,00

Tabla 14. Residuos producidos durante la obra y comparación de resultados. Fuente: ITEC.

La tabla 14 muestra el conjunto formado por el análisis de los datos extraídos de la Guía, la prospección realizada por la dirección de obra y los resultados reales, y se puede apreciar que tanto los valores parciales de cada material como el valor total de los residuos presentan divergencias importantes entre sí, posiblemente porque

tanto la metodología propuesta por la Guía como la medición realizada a pie de obra no son suficientemente exactas para calcular de antemano la magnitud aproximada de residuos que se van a generar. Además, a la hora de evaluar los residuos de cada etapa de la obra, se refiere que pese a las buenas intenciones del personal encargado de la misma, no se pudo realizar un seguimiento exhaustivo de estos aspectos debido al ritmo elevado de ejecución y a la necesidad de garantizar otros parámetros como el coste, la calidad y la seguridad. Concluye el documento asumiendo que mientras no se cuente con una muestra estadística lo suficientemente amplia y representativa, es difícil disponer de unos valores lo suficientemente rigurosos como para establecer unos valores fiables para cada tipo de construcción.

2) RCD según las fases de obra:

El segundo documento analizado dentro del marco del Proyecto Life se denomina *Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción* (ITeC, 2000), plantea entre sus objetivos la obtención de unos valores generales por fases, para el caso de nueva construcción, que permitan prever y optimizar la gestión desde el propio proyecto, antes de que se produzcan los residuos. Los resultados obtenidos en el estudio se resumen en la fig. 25.

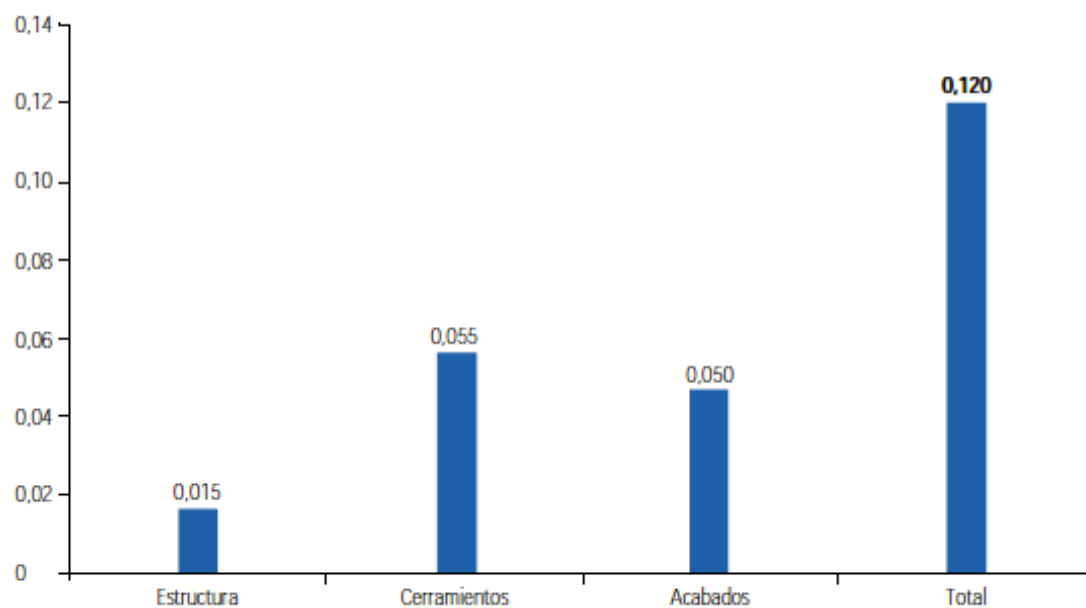


Figura 25. Valores finales de referencia sobre la producción de residuos en la obra (m3/m2 construido). Fuente: ITeC.

Según los valores obtenidos se comprueba que el capítulo de cerramientos es el mayor generador de residuos, seguido por acabados y con mucho menor volumen, de estructuras. Estos datos son muy similares a los aportados por Villoria (2014), cuyos porcentajes en volumen eran de 11% estructura, 45% albañilería y 44% acabados. Los porcentajes obtenidos por Llatas (Llatas, 2011) no son equiparables, dado que en su análisis se incluyen las tierras, lo que impide la comparación con los estudios que las excluyen. Finaliza el documento con un manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición, en el que se plantean una serie de recomendaciones para el encargado general de la obra, muchas de ellas relacionadas con motivación del personal de obra.

2.1.4. Trabajos sobre el comportamiento de los agentes implicados hacia la gestión de RCD y REE.

Una gran parte del éxito en la gestión de residuos depende del comportamiento del público o las empresas, su implicación es fundamental para la obtención de buenos resultados en cuanto a reciclaje. En este apartado se resumen los estudios encontrados que analizan los "impulsores" de comportamientos favorables a la gestión de residuos de embalajes y de RCD. En general se distinguen tres tipos de impulsores:

- Los que apuntan a las fases iniciales de diseño, fomentando la reducción en origen
- Los trabajos que analizan el comportamiento de los poseedores de los residuos, ya sean constructoras con RCD o particulares con residuos sólidos urbanos (RSU)
- Los relacionados con la viabilidad como impulsor de una adecuada gestión

El estudio de Osmani incide en la influencia que tiene el diseño en la minimización de residuos (Osmani et al, 2007). Demuestra que el arquitecto tiene un papel decisivo para ayudar a reducir los residuos enfocándose en evitar su generación desde el diseño, ya que un tercio de los RCD se deben a decisiones durante esta fase. Osmani

realiza encuestas a arquitectos para buscar incentivos que potencien la reducción de RCD desde el diseño, y los entrevistados proponen que se utilice la legislación y las recompensas económicas. Los resultados de la investigación indican que la falta de compromiso de los arquitectos con la reducción de residuos puede ser debida a dos razones:

- La no comprensión de los factores que producen residuos desde el diseño
- La asunción de que la minimización de residuos es una responsabilidad del constructor

Osmani concluye con la necesidad de avanzar en las causas que crean residuos durante el diseño.

En el ámbito de los embalajes, en marzo de 2013 Avendaño Franco publica una tesis denominada *The role of design practice in packaging sustainability in Australia*, (Avendaño Franco, 2013), donde explora el ajuste y carácter de la práctica del diseño en el contexto organizacional de la industria australiana del sector del embalaje para alimentación y bebidas. Tras entrevistar a diversos intervinientes en la industria del envase para el sector alimentación, estos apuntan que si bien a priori existía una tendencia general a considerar aspectos ambientales como una gran prioridad en el ámbito de la toma de decisiones, finalmente aspectos como su utilización como herramienta de marketing pesaban más, relegando las preocupaciones ambientales a un nivel muy inferior. También parece existir una relación entre la calidad del producto envasado y el tipo de embalaje utilizado.

La tesis de Avendaño concluye con orientaciones para las transformaciones esenciales requeridas en la práctica del diseño, para que éste desempeñe un papel en la sostenibilidad. Este marco ofrece una nueva visión mediante un enfoque práctico del diseño: uno en el que sensibilización e intencionalidad, consciente o inconsciente, son aspectos fundamentales de la ontología en las prácticas del diseño, desafiando elementos básicos que sustentan su existencia, a menudo en conflicto o en contradicción con las nociones de sostenibilidad.

Con respecto a los embalajes y sus residuos, en *Análisis de la situación de la generación y gestión de residuos de envase en España*, (Paneque et al, 2008) se describen las diferencias entre residuos de envase en función de su procedencia: origen doméstico u origen industrial y comercial. Los del segundo grupo son aquellos que resultan de envases cuyo uso y consumo se realiza exclusivamente en las industrias, comercios, servicios o explotaciones agrícolas y ganaderas. Los envases terciarios, para transporte, y los secundarios, que son abiertos en los puntos de venta y, por tanto no son adquiridos por los consumidores, conforman generalmente este tipo de residuos. En este caso, el punto de venta debe proporcionarles una adecuada gestión, que generalmente se realiza por acuerdos con gestores autorizados de residuos. Los residuos de envase de origen industrial suelen ser más fácilmente recuperables que los domésticos, dado su gran volumen, concentración, homogeneidad y calidad. Supone el caso de la construcción una excepción a éste comentario, puesto que a pesar de suponer un gran volumen, al tratarse de una industria itinerante cuyos centros de trabajo están repartidos geográfica y temporalmente, se dificulta la gestión, con el problema añadido de la contaminación de los residuos de envases por el resto de RCD.

En resumen, los factores que durante la fase de diseño influyen en el comportamiento hacia la gestión de RCD y de REE son los siguientes (tabla 15):

Agente	Factores en fase de diseño (hacia la minimización de residuos)
Arquitecto, equipo de diseño	Legislación
	Recompensas económicas
Fabricante	Envases y embalajes como herramientas de marketing
Constructora	Dispersión geográfica de las obras

Tabla 15. Factores con influencia en la fase de diseño.

La viabilidad es un aspecto que aparece de forma recurrente en investigaciones sobre reciclaje, tanto en el ámbito de los RCD como en el de los residuos sólidos urbanos (RSU), y supone un importante impulsor.

Tam et al (2006) considera importante la viabilidad del reciclaje de RCD afirmando que desde un punto de vista puramente económico, sólo es atractivo cuando el producto reciclado es competitivo con los recursos naturales en relación con su coste y cantidad. Los materiales reciclados serán más competitivos en regiones con escasez de materias primas y de espacio para vertederos. Tam indica que si bien existen muchas estrategias de reciclaje de materiales recomendadas, en la actualidad el reciclaje de RCD se limita a pocos tipos de residuos sólidos.

En "*The economics of packaging waste management: conceptual overview*", Pearce y Turner (2003) reconocen el hecho de que para reducir el flujo de RCD al medio ambiente, el reciclaje sólo supone una opción viable si el valor de reventa de los materiales reciclados excede el de su recolección. El reciclaje solo puede funcionar en zonas relativamente densas, donde los costes de recolección no son demasiado elevados, puesto que los costes de recolección están fuertemente influenciados por las economías de escala.

Poon et al (2001) evaluaban la viabilidad de la segregación in situ en obras de construcción y demolición mediante tres métodos distintos y encontraron que los agentes participantes en el proceso constructivo se mostraban reticentes a llevar a cabo la segregación in situ, por requerir tiempo y mano de obra. Lu (2010) sugiere que para fomentar la aceptación de la gestión de RCD, será necesario mostrar que no pone en riesgo el desarrollo económico.

En *A review on the viable technology for construction waste recycling*, Tam et al (2006) se centran en prácticas de reciclaje de 10 materiales, entre otros papel y cartón, plástico y madera. Indican que si bien existen muchas estrategias de reciclaje de materiales recomendadas, en la actualidad el reciclaje de RCD se limita a pocos tipos de residuos sólidos. Afirman que cuando se considera un material reciclable, es preciso considerar tres aspectos principales: economía, compatibilidad con otros materiales y propiedades del material.

Investigadores de la Universidad de Malaysia publicaron un artículo titulado *Attitude and Behavioral Factors in Waste Management in the Construction Industry of Malaysia* (Begum et al, 2009), en el que analizan actitudes y comportamientos de constructores hacia la reducción, reutilización y reciclaje de residuos de construcción en Malaysia. Metodológicamente se basan en una encuesta que incluye los siguientes atributos:

- Características generales: tipo y tamaño de constructora
- Sistemas de recolección y deshecho
- Prácticas de segregación, reducción, reutilización y reciclaje
- Conciencia de empleados, programas de formación
- Actitudes y percepciones hacia la gestión de RCD
- Comportamientos hacia la reducción, reutilización y reciclaje de RCD

Tras aplicar un tratamiento estadístico a los resultados se constata que las empresas constructoras grandes presentan actitudes más positivas hacia el reciclaje que las pequeñas, al igual que las que tienen un personal con mayor nivel de formación. Los constructores que implantan medidas de reducción, reutilización y reciclaje presentan actitudes más positivas que las que no lo hacen. La utilización adecuada de un plan de gestión de residuos durante la construcción es muy efectiva a la hora de reducir residuos, ya que se genera un 15% menos, se envía un 43% menos a vertedero y se ahorra hasta un 50% en gestión. Se comprueba también que cuanto menor es la frecuencia de recogida de residuos, más positiva es la actitud del constructor frente a la gestión de residuos.

Begum también comprueba que si bien la segregación in situ demuestra ser efectiva para reducir la cantidad de RCD, el 70% de los encuestados no la practican si no está especificada en el contrato, y el 39% de los constructores segregan sus residuos en función del tipo de materiales. La mayoría de los constructores (65%) reconocía que desechaban sus RCD en vertedero, mientras el 9% dejan sus residuos en vertederos ilegales, las cercanías de las obras y otras situaciones. Los constructores noveles son

más conscientes con respecto a las prácticas en RCD. Otras conclusiones son las siguientes:

- Los resultados muestran comportamientos más satisfactorios en constructores que practican medidas de reducción, tales como comprar materiales reparables, recargables y duraderos
- Los constructores que compran materiales que reutilizan embalajes, contenedores o bolsas tienden a mostrar comportamientos más satisfactorios hacia la gestión de RCD
- Los constructores que reutilizan materiales también tienden a mostrar comportamientos más positivos
- Los comportamientos hacia la gestión de RCD son menos satisfactorios para constructores que desechan cantidades grandes de residuos en vertederos.
- Los constructores que perciben los RCD como dañinos para la salud humana presentan mejores comportamientos

Concluye el trabajo indicando que las actitudes del constructor hacia la gestión de residuos tienden a cambiar en función del tamaño de la constructora, aunque también difieren de una organización a otra, dependiendo de su cultura de empresa y su política de residuos. La mayoría de los constructores no practican la segregación in situ, reducción, reutilización o reciclaje.

La tabla 16 resume los factores que más influyen en el comportamiento de los constructores hacia la gestión de RCD y REEC:

Motivo	Factores en el comportamiento de los poseedores
Económico viabilidad	Escasez de materias primas o valor de venta de reciclado superior al de recolección
	Costes de recogida: mejor en zonas densas
	Tiempo y mano de obra
Tipo de empresa	Tamaño de la constructora
	Formación del personal de la empresa
	Obligación contractual
	Concienciación de la constructora

Tabla 16. Factores que afectan al comportamiento de constructores hacia la gestión de RCD.

Otras investigaciones exploran la relación entre los comportamientos basados en reciclaje y en minimización de residuos; Tonglet et al (2004) en *Determining the Drivers for Householder Pro-environmental Behaviour: Waste Minimisation Compared to Recycling* indican que el comportamiento basado en la minimización no está fuertemente conectado con un comportamiento más basado en reciclaje, y proponen para estimular la minimización un enfoque nuevo y dinámico, que diseña los proyectos basándose en psicología cognitiva. Para ello analizan los impulsores que determinan comportamientos pro-ambientales. Varios estudios han explorado el uso de modelos de psicología social para dotar de un marco teórico a la comprensión del comportamiento doméstico hacia el reciclaje (Davies et al, 2002); la literatura indica que las actitudes pro-ambientales y las variables situacionales y psicológicas son importantes predictores del comportamiento en reciclaje, si bien para profundizar en ello es preciso utilizar un marco teórico como el propuesto por la Teoría del Comportamiento Planificado (Theory of Planned Behaviour ó TPB), descrito en la figura 26.

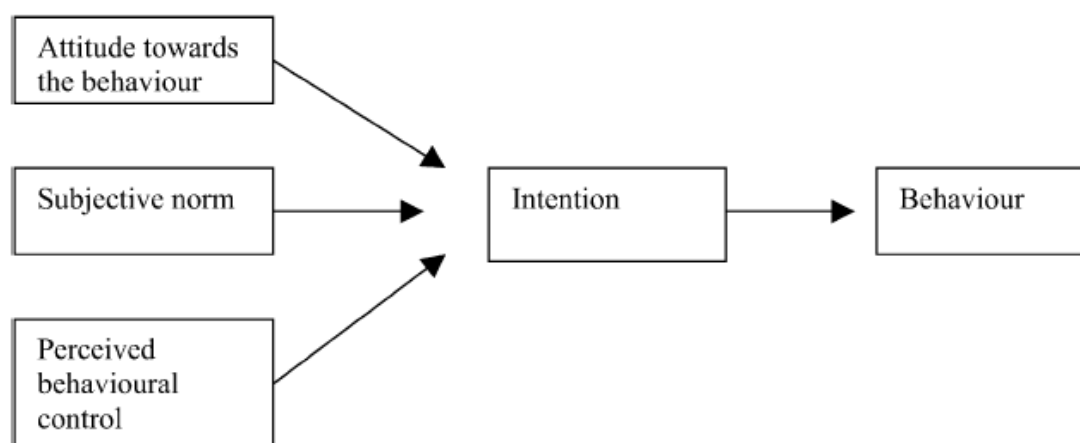


Figura 26. *Theory of Planned Behaviour* adaptada de Ajzen (1991). Fuente: Tonglet et al, 2004.

Esta teoría, utilizada en numerosas investigaciones, aporta un marco teórico que permite investigar de manera sistemática los factores que influyen en el comportamiento según la elección realizada. La TPB asume que la persona tiene una base racional en su comportamiento, en la que considera las implicaciones de sus acciones, y especula que el determinante inmediato del comportamiento es la

intención del individuo de practicar o no ese comportamiento. Tres factores tienen a su vez influencia en las intenciones:

- 1) Actitud: la evaluación favorable o desfavorable del individuo para practicar el comportamiento
- 2) La norma subjetiva: la percepción del individuo de la presión social para practicar o no el comportamiento
- 3) El control percibido: la percepción individual de su habilidad para practicar el comportamiento

El estudio de Tonglet et al, incorpora variables adicionales: la norma moral, experiencias anteriores, factores situacionales, consecuencias de reciclaje y actitudes hacia la minimización de residuos. Se realizó en tres fases: en la primera se medía el comportamiento actual respecto al reciclaje, la segunda obtenía información a través de entrevistas, y la tercera ampliaba la muestra con cuestionarios basados en la información recogida en las entrevistas, que exploraban la actitud de los residentes hacia el reciclaje, las consecuencias del reciclaje, los costes y beneficios del reciclaje y los factores que fomentan o desaniman hacia comportamientos de reciclaje. Todos los datos son tratados mediante técnicas estadísticas. Las conclusiones de la investigación muestran que la gran mayoría de la muestra estaban implicados en el reciclaje y tenían acceso a un bien explicado y publicitado sistema de recogida, y un porcentaje sustancialmente inferior participaba en comportamientos de minimización de residuos.

Concluye el trabajo indicando que los comportamientos de minimización de residuos y reutilización son impulsados por el conocimiento de aspectos medioambientales y la preocupación hacia las consecuencias de los residuos, y como tal, son comportamientos basados en valores. Por otro lado, aunque los comportamientos más orientados hacia el reciclaje también se preocupan por estos aspectos, la mayor influencia en su comportamiento son las logísticas de reciclaje, la conveniencia de los sistemas de recogida y el conocimiento sobre el reciclaje. En consecuencia, las campañas para minimizar residuos deberían centrarse en como la minimización de

residuos puede ayudar a preservar el medioambiente y mantener un buen lugar en el que vivir, y aportar instrucciones claras sobre como minimizar residuos, enfatizando que no tiene por que ser incómodo o requerir mucho tiempo.

Continuando con la búsqueda de investigaciones que consideren aspectos relacionados con el comportamiento frente a temas medioambientales surge el artículo publicado por Shen et al (2010) titulado *Project Feasibility Study: the Key to Successful Implementation of Sustainable and Socially Responsible Construction Management Practice*. En él se recoge una muestra de 87 estudios de viabilidad alineados con prácticas de construcción sostenible, donde se miden aspectos de rendimiento del proyecto, incluyendo 18 atributos de rendimiento económico, 9 atributos de rendimiento social y 8 atributos de rendimiento medioambiental. Los resultados muestran que las mayores preocupaciones se centran en el rendimiento económico, mientras el rendimiento de los atributos sociales y medioambientales, por ejemplo, conservación del patrimonio, estándares de seguridad, y diseño amigable con el medioambiente, reciben menos atención.

Finaliza con un apartado de recomendaciones en el que destaca la necesidad de modificar el enfoque tradicional de los estudios de viabilidad de proyectos hacia uno nuevo que abarque los principios del desarrollo sostenible, y establece una serie de acciones para los diferentes participantes en el proyecto para garantizar la implementación de prácticas de construcción sostenible.

En el capítulo de introducción se presentó el concepto de marketing ecológico: en el ámbito empresarial, el mercado actual requiere de las empresas cierta responsabilidad con la adopción de políticas respetuosas con el medio ambiente. Según el libro *Marketing Ecológico* (Calomarde, 2000), el problema radica en que los costes externos del proceso productivo no se reflejan en los precios finales, es decir, la no internalización de las externalidades del sistema. Además, la naturaleza y el sector público que custodia la naturaleza en defensa de los intereses comunes permiten el uso de los recursos naturales de propiedad común con libre acceso y con

coste inferior al coste social que tienen, provocando que se empleen en exceso y sin incentivos para reducir su consumo.

Todo esto implica integrar los activos medioambientales dentro de la economía tradicional, uniendo la economía y las ciencias de la naturaleza, puesto que el medioambiente no puede protegerse sin tener en cuenta los costes del deterioro ambiental que produce la actividad económica. Para ello será necesario fijar valores económicos a los bienes y servicios medioambientales, y así evaluar económicamente el coste de dicho deterioro. La gestión empresarial actual debe considerar además de los factores económicos, otros como la responsabilidad social y la ética personal, la economía social, etc. El cambio más drástico debe producirse en las autoridades y en el público general. Para Calomarde el desarrollo de la cultura del materialismo, que ha logrado una aceleración innegable del desarrollo, tiene el cáncer interno de la destrucción de la biosfera en la que se desarrolla la vida humana: el futuro requerirá lograr un desarrollo en equilibrio con esa biosfera, lo que denomina cultura de la permanencia, preservando el entorno natural para futuras generaciones sino queremos destruirnos como especie. El papel del marketing ecológico será transmitir esa cultura de la permanencia de forma práctica, no solamente a los consumidores, sino al conjunto de la sociedad.

Los estudios que investigan de forma sistemática los factores que influyen en el comportamiento hacia determinadas prácticas establecen las siguientes relaciones:

Prácticas	Factores en el comportamiento
Minimización y reutilización	Conocimiento de aspectos ambientales
	Preocupación hacia consecuencias producidas por residuos
	Logísticas del reciclaje
Reciclaje	Conveniencia de los sistemas de recogida
	Conocimiento sobre reciclaje
	Incomodidad (negativo)
	Tiempo que requiere (negativo)

Tabla 17. Factores que afectan al comportamiento en ciertas prácticas de gestión de RCD.

En la tabla 17 se comprueba que las prácticas de minimización y reutilización se basan fundamentalmente en valores.

Epstein y Roy, investigadores de las Universidades de Houston y Quebec respectivamente, publicaron en 2001 un artículo denominado *Sustainability in Action: Identifying and Measuring the Key Performance Drivers*, en el que presentan un marco que describe los principales impulsores del rendimiento corporativo social, las acciones que los responsables pueden tomar para mejorar ese rendimiento, y sus consecuencias en la responsabilidad social y el rendimiento financiero. Identificando y articulando los impulsores del rendimiento social y midiendo y gestionando los amplios efectos de ambos, buenos y malos rendimientos, en la corporación de los distintos agentes, los responsables pueden conseguir contribuciones significativas para sus compañías y la sociedad. Esta información integrada en las decisiones operativas del día a día permitirá la institucionalización de las preocupaciones sociales por toda la organización.

Una vez que los responsables han identificado los aspectos de la actividad del negocio que tienen impactos significativos en materia de sostenibilidad (tales como prácticas laborales, consumo de energía, y diversidad de la mano de obra), deben formular una estrategia de sostenibilidad que incluya los valores de la compañía, sus compromisos y objetivos. La adopción de una estrategia de sostenibilidad e implantación en una organización compleja es un reto importante. Cada vez es más habitual que compañías grandes como IBM o British Airways aporten información sobre rendimiento social y medioambiental, suya y de sus competidores, en sus informes anuales (Epstein y Roy, 2011). Otro ejemplo es la empresa Interface Inc., que trata de incrementar la satisfacción del cliente en su negocio de moquetas: en lugar de vender moquetas al cliente que generalmente las descarta después de su vida útil, Interface se las alquila, y las recoge al final de su uso para reciclarlas. La satisfacción del usuario se incrementa al recibir como cliente un alto nivel de servicio, sin tener que preocuparse por el residuo final, y la compañía se beneficia de altos niveles de fidelidad, y un uso más eficiente del material reciclado. Además la sociedad sale ganando gracias a una menor cantidad de residuos en vertedero.

Dado que el incremento de ventajas a través de los agentes se ha reconocido como impulsor de éxito estratégico, las compañías deben identificar los grupos de agentes clave que son los impulsores primarios de sus estrategias, incluyendo accionistas, clientes, proveedores, empleados y comunidades. Tal y como apuntaba Calomarde en Marketing Ecológico, Epstein y Roy coinciden en que ignorar los costes externos es una pobre estrategia a largo plazo. Algunos costes externos, tales como los relacionados con el calentamiento global, pueden ser difíciles de imputar a agentes contaminantes individuales, y por ello es probable que queden como costes externos, asumidos por la sociedad. Para dichos costes, la amenaza de futuras regulaciones a menudo no existe, y hay pocos incentivos para una compañía que se plantee abordar estos aspectos; en cualquier caso a largo plazo, pocos costes pueden ser considerados puramente externos. El ciclo se cierra con un proceso de recogida de impresiones (fig. 27) por el que se establecen mecanismos en diferentes niveles de la organización para proveer de la información obtenida a los responsables, promoviendo compartir el conocimiento y potenciando la capacidad de mejorar el rendimiento en sostenibilidad perseguido.

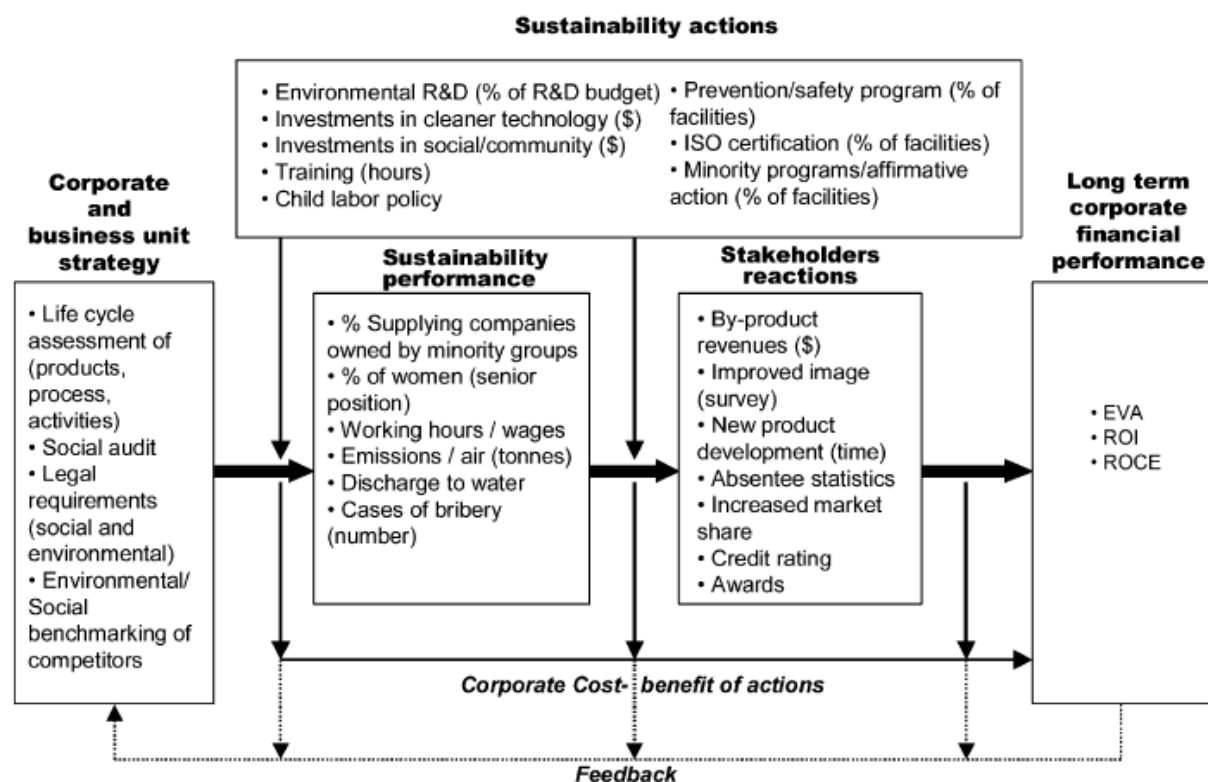


Figura 27. Métricas de impulsores de sostenibilidad y financieros. Fuente: Epstein y Roy, 2001.

2.1.5. Estudios sobre procedimientos de gestión.

Se recogen en este apartado los estudios que plantean procedimientos para gestionar los residuos, proponiendo en algunos casos índices o indicadores para medir su efectividad.

Osmani et al (2007) plantean estrategias potenciales para gestionar y reducir residuos desde el diseño organizadas en torno a cuatro líneas o ejes:

- Lenguaje contractual
- Asuntos de diseño y técnicas de construcción
- Especificaciones de los materiales de construcción
- Educación.

En el estudio *An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability* (Yeheyis et al, 2013), se propone un marco conceptual para la gestión de RCD priorizando las 3R

(reducir/reutilizar/reciclar) minimizando la disposición en vertedero, con la implementación de una estrategia integral durante el ciclo de vida del proyecto. Se plantea utilizar el enfoque para tomar decisiones relacionadas con la selección de materiales, la segregación, el reciclaje y reutilización y las opciones de tratamiento o disposición de RCD, a través del diseño de un índice de sostenibilidad. Durante la etapa de diseño o pre-construcción se plantean consideraciones relacionadas con la planificación y el diseño, afirmando que un tercio de los RCD generados se ven afectados por aspectos de diseño; también se cita la importancia que llegará a alcanzar la integración de Building Information Modeling (BIM) en aras al *Zero Construction Waste*, con la integración de todos los agentes involucrados. El índice de eficiencia en la sostenibilidad de la gestión de RCD que diseñan Yeheyis et al se divide en tres subíndices: medio ambiental, económico y social, y tras seleccionar unos indicadores procesa los datos obtenidos mediante la estandarización y normalización, ponderando y posteriormente agregando los resultados para obtener el índice citado.

Ahankoob et al (2012) plantea un procedimiento sistemático para reducir los residuos (fig. 28), analizando la causa desde el comienzo y estableciendo medidas para eliminarla o minimizar los residuos.

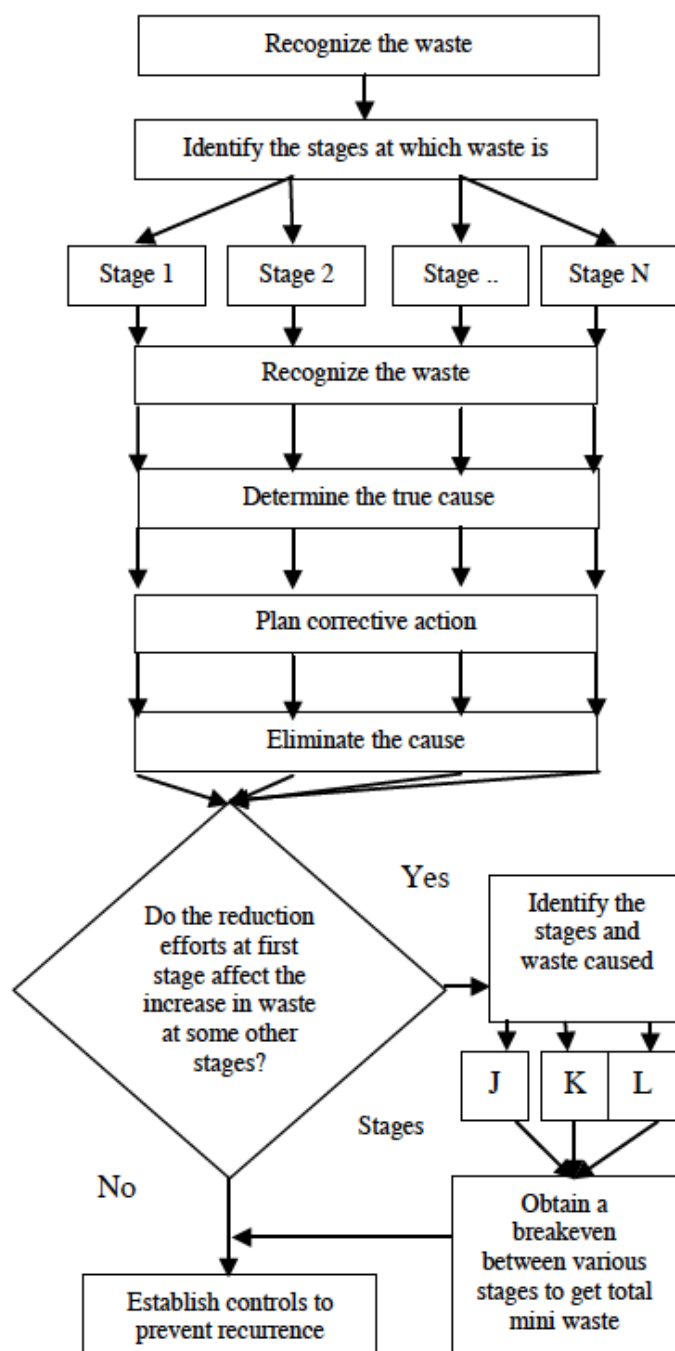


Figura 28. Enfoque sistemático para reducción de residuos. Fuente: Ahannkoob et al, 2012.

Algunas compañías han utilizado la ISO 14001, de Sistemas de Gestión Medioambiental como guía para elegir, diseñar e implementar sus estrategias en sostenibilidad (Epstein y Roy, 2011). La alineación de estrategia, estructura y sistemas de gestión es esencial para las compañías para coordinar sus actividades y motivar a sus empleados hacia la implementación de una estrategia en sostenibilidad. El rendimiento en sostenibilidad de las corporaciones, las unidades de

negocios, sus instalaciones, equipos, responsables, y todos los demás empleados debería ser medida y ser parte de la forma en la que se evalúan para el éxito. Para ello deben desarrollarse indicadores que monitoricen el rendimiento y evalúen el valor de las acciones en sostenibilidad adoptadas.

Epstein y Roy (2011) proponen medir la responsabilidad social de las empresas utilizando métricas tales como el número de proveedores certificados, o el porcentaje de instalaciones certificados con el estándar ISO 14001. Afirman que cualquier iniciativa en sostenibilidad adoptada debería asociarse con un indicador de rendimiento en sostenibilidad específico: los responsables deben definir metas y objetivos y compararlos con los rendimientos actuales. Por ejemplo, compañías que invierten en tecnologías de reciclaje para reducir residuos peligrosos deben monitorizar cuidadosamente las reducciones en carga por tonelada de producción como un indicador clave de producción de residuos. Otro ejemplo sería el ratio de accidentes laborales, que mide la eficiencia del programa de seguridad y salud, y también funciona como indicador de la satisfacción del empleado.

Villoria (Villoria, 2014) elabora un sistema de gestión de RCD en fase de ejecución que contiene ocho procesos con sus respectivos procedimientos, formatos y anexos. El sistema de gestión de RCD planteado por Villoria no considera de manera específica los REEC, sino que propone:

- Establecer medidas de control, preventivas y correctoras, sobre los aspectos que previamente se han identificado como más significativos, reduciendo así posibles problemas
- Permitir mejorar y optimizar los procesos constructivos favoreciendo el control y ahorro de las materias primas a través del aprovechamiento y minimización de los residuos
- Acotar las responsabilidades de la empresa, sus empleados y administradores en materia de gestión de residuos
- Ordenar y facilitar el cumplimiento de las obligaciones formales y materiales exigidas por la legislación medioambiental aplicable y su adaptación a

posibles cambios. Así como, reduce los riesgos de incumplimiento de la normativa legal y del deterioro ambiental evitando multas, sanciones y demandas judiciales

- Permitir identificar los costes asociados a la gestión de RCD reduciendo los costes derivados de la no gestión (tasas, sanciones, seguros relativos al impacto ambiental, accidentes, costes imprevistos de los vertidos accidentales...)

Una investigación de la Universidad de Oslo sobre Responsabilidad Social Corporativa (RSC) titulada *Measuring the Immeasurable? Constructing an Index of CSR Practices and CSR Performance in 20 Countries*, analiza y mide las prácticas de 20 países construyendo índices de prácticas y rendimiento en RSC (Gjølberg, 2009). Partiendo de que no existe aún un método establecido que sirva de base al estudio, y tampoco hay una fórmula rigurosa para medir el rendimiento de RSC a nivel nacional. Se plantea el índice con el fin de medir las prácticas de RSC en su sentido más amplio, cubriendo la presentación de informes de sostenibilidad, la pertenencia a redes y organizaciones de RSC, las prácticas de certificación, y diferentes rankings de rendimiento en RSC a lo largo de los tres aspectos principales: medioambiente, economía y sociedad. Nueve iniciativas y clasificaciones cumplen este criterio, y el índice resultante comprende cuatro amplias categorías de indicadores:

- 1) Clasificaciones basadas en criterios de inversión socialmente responsables
- 2) Pertenencia como miembros en comunidades de RSC
- 3) Prácticas de presentación de informes de sostenibilidad
- 4) Esquemas de certificación (ISO 14001).

El índice agrega datos de nivel compañía a resultados nacionales, representados en la figura 29:

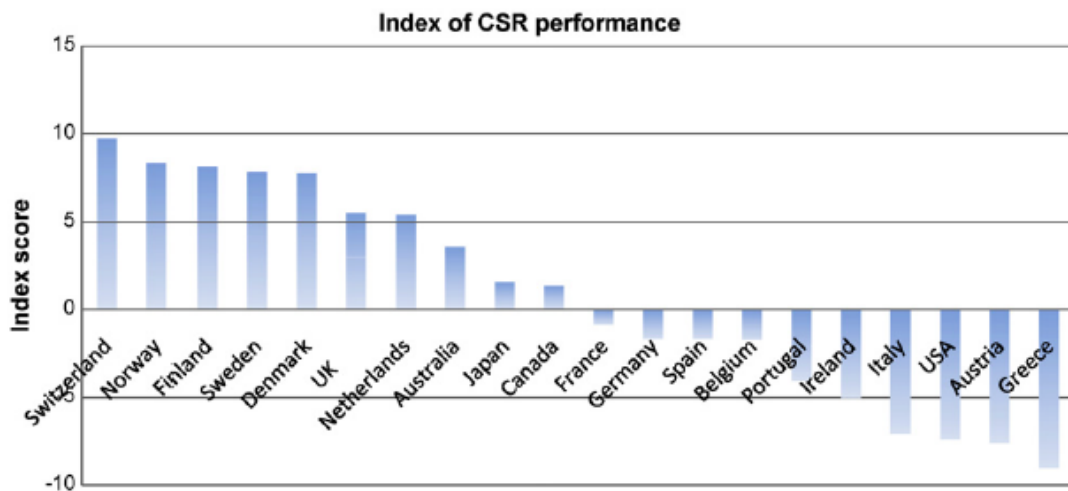


Figura 29. Revisión de índice RSC basado en rendimiento. Fuente: Gjölberg, M. 2009.

Se constata que las comunidades empresariales españolas y francesas presentan un interés activo en RSC, pero aún no han alcanzado resultados suficientes para ser calificadas por las iniciativas más demandadas. Gjölberg indica que será interesante seguir la evolución de las compañías españolas y francesas para comprobar si sus presentes esfuerzos se traducen en rendimientos mejorados en el futuro. Como conclusión, las diferencias nacionales en prácticas y rendimiento de RSC pueden interpretarse fácilmente como diferencias en cuestiones de ética y el grado en el que las empresas están socialmente arraigadas en la sociedad; adicionalmente, algunos sistemas político económicos son más propicios hacia la RSC que otros.

2.1.6. Investigaciones sobre buenas prácticas en construcción para reducir RCD.

En este último apartado se recogen las investigaciones analizadas con todas las buenas prácticas y conclusiones dirigidas a los distintos intervinientes en el proceso constructivo.

Osmani et al (Osmani et al, 2007) afirma que las tres tareas que puede desarrollar el arquitecto para contribuir a reducir los RCD son: aconsejar a los clientes, iniciar la reducción de residuos desde el proyecto, y mejorar las prácticas de diseño. Esto requiere de un conocimiento avanzado de los orígenes de los residuos.

Dentro de los factores identificados como críticos para conseguir una eficaz gestión de residuos, y con el nombre de *Low Waste Construction Technologies* Lu (Lu, 2010) determina la prefabricación y las estructuras como sistemas poco generadores de residuos. En relación con los embalajes, se recomienda el uso de cemento a granel ya que de otro modo los sacos que contienen cemento suponen una gran cantidad de residuo. Por último se citan otras tecnologías de construcción de baja generación de residuos tales como la utilización de estructuras de acero y la utilización de tabiquería seca en lugar de la tradicional.

Tam et al (Tam et al, 2006) indican que en los últimos años se ha recomendado a los proveedores del material que reutilicen sus materiales de embalaje originales. Si el plástico se recoge separadamente y limpio es posible alcanzar altos niveles de reutilización de polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policlorovinilo (PVC). Pero el reciclaje es difícil si los plásticos se mezclan con otros plásticos o contaminantes: la posibilidad de alcanzar un alto nivel de reciclaje es limitada debido al deterioro de las propiedades de plástico viejo, y por ello es preciso añadir materia virgen para su reciclaje.

Del Río Merino et al (del Río Merino et al, 2010) recomiendan comprar materiales a granel, evitando embalajes innecesarios, así como el uso de contenedores o dosificadores en lugar de adquirir los productos en bolsas o bidones desechables. Cuando se compren los materiales y productos de la construcción en envases fácilmente deteriorables, como papel, se sugiere almacenarlos en un recinto seco y cubierto, de modo que estén protegidos de la lluvia y la humedad. Asimismo se aconseja el uso de palés y elementos auxiliares de ejecución de obra (anclajes, encofrados, tableros, etc.) reutilizables, en lugar de desechables.

Numerosos autores reconocen que para garantizar un alto ratio de reciclabilidad de RCD es imprescindible fomentar la segregación in situ (Wilson et al, 1997; McDonald et al, 1998; Wang et al; 2010, Katz y Baum, 2011); un estudio realizado en China (Wang et al, 2010) añade además, para obtener altos ratios, la reducción de costes del transporte y disposición de los residuos, e incluye una serie de factores

relacionados con la conducta y la gestión. Identifica una serie de aspectos clave para el éxito de la segregación in situ, incluyendo:

- 1) Mano de obra
- 2) Mercado para materiales reciclados
- 3) Heterogeneidad del residuo
- 4) Mejor gestión
- 5) Espacio en obra
- 6) Equipamiento para segregación in situ

El estudio concluye con recomendaciones hacia el constructor para considerar estos factores de cara a la redacción de su Plan de Gestión de Residuos (PGR) con la idea de garantizar un adecuado nivel de reciclabilidad de los residuos en la obra.

En *Exploring Critical Success Factors for Waste Management in Construction Projects in China*, Lu et al (Lu et al, 2010) afirman que la gestión de RCD incluye todo el ciclo de vida de un proyecto, e involucra a todos los agentes que en él participan. Si bien gran parte del residuo se genera en las etapas de construcción y demolición, generalmente se considera que cada etapa del ciclo de vida de un proyecto contribuye a generar residuos. En línea con el enfoque basado en ACV para la gestión de RCD, es muy deseable conseguir la participación activa de todos los agentes, incluyendo gobierno, clientes, constructores, proveedores y facility managers.

Shen et al (Shen et al, 2010) describen el rol de cada interviniente en el proceso e indica que deberían hacer para lograr una gestión de residuos efectiva.

- Gobierno: tiene un importante rol en la promoción de la sostenibilidad en fase de viabilidad; debería guiar con políticas, leyes y normativas, y equilibrar los intereses económicos, sociales y medioambientales entre los agentes, mediante incentivos y penalizaciones.
- Clientes: su rol es clave, los problemas de una sostenibilidad pobre en el ciclo de vida del proyecto tienen una relación muy ligada a los propietarios. Habitualmente se centran en el análisis económico para la viabilidad del

proyecto, y para mejorar la sostenibilidad de éste deberían trabajar con las demás partes.

- Arquitectos e ingenieros consultores: con una gran influencia, deberían ser consultados en la fase de viabilidad para obtener una opinión profesional sobre las distintas alternativas y sus influencias con la sostenibilidad del proyecto.
- Constructores y proveedores: en la práctica tienen poca implicación en la fase de estudio de viabilidad del proyecto, pero se considera muy recomendable consultar con ellos para que aporten su consejo para mejorar la viabilidad constructiva del proyecto y entender mejor la influencia de métodos constructivos alternativos, y materiales en las sostenibilidad del proyecto.

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) ha desarrollado un catálogo de residuos utilizables en construcción, que en el apartado de RCD contempla únicamente residuos de hormigón y cerámicos, y donde el plástico aparece de manera independiente. Se observa que dentro de los residuos plásticos el de mayor presencia son envases y embalajes (fig. 30), y los RCD se reflejan de forma independiente. No se consideran por tanto los REEC dentro de los RCD.

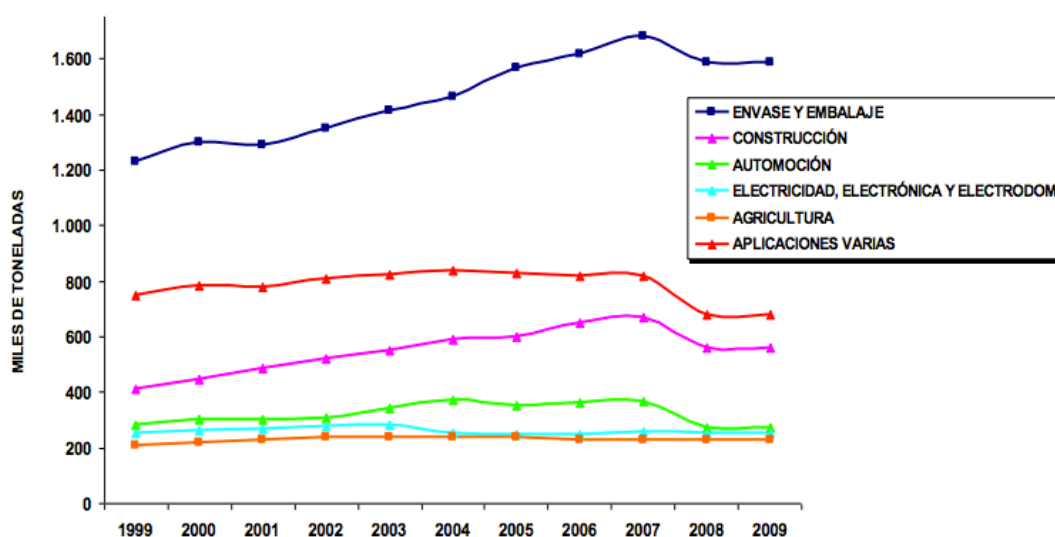


Figura 30. Principales aplicaciones de los plásticos en España. Fuente: Informe Citoplast (2009)

La tabla 18 resume las investigaciones relacionadas con buenas prácticas (Villoria, 2014) añadiéndose a la misma las conclusiones de su autora:

Autor	Año	País	Fase	Buenas Prácticas
Osmani et al.	2008	Reino Unido	Diseño	+ Diseño con dimensiones estándar y elementos prefabricados + Análisis de la generación de RCD
Tam	2008	Hong Kong	Ejecución	+ Uso de elementos prefabricados + Formación del personal + Planificación de la zona de acopio de residuos + Reciclaje de residuos in situ
Begum et al.	2009	Malaysia	Ejecución	+ Formación del personal + Experiencia de la empresa contratista + Medidas de minimización de RCD in situ + Reutilización de materiales + Actitud del personal sobre la gestión de RCD
Lu & Yuan	2010	China	Todas	+ Normativa y legislación + Sistema de gestión de residuos + Conciencia sobre la gestión de RCD + Utilizar tecnologías y sistemas constructivos que generen pocos residuos + Pocos cambios en el diseño del edificio + Investigación en gestión de residuos + Formación del personal
Wang et al.	2010	China	Ejecución	+ Mano de obra + Existencia de un mercado de materiales reciclados + Mejora de la gestión de RCD + Espacio físico en obra + Equipamientos para segregar y acopiar los residuos
Villoria	2014	España	Todas	+ Prever un espacio en obra para el correcto acopio del RCD generado + Utilizar tecnologías y sistemas constructivos que generen pocos residuos + Uso de elementos prefabricados + Contratación de agentes externos para la gestión de RCD + Gestión de la recepción y acopio en obra de los productos + Controles y seguimiento de la gestión de RCD + Utilizar materiales con alto contenido en reciclado

Tabla 18. Resumen de las investigaciones realizadas sobre BP en la gestión de RCD. Fuente: Villoria (2014).

2.2. Iniciativas para mejorar la gestión de REE en los sectores de la construcción y la distribución.

En España, de la misma forma que en otros países europeos, se ha producido un incremento en la generación de residuos paralelo a su crecimiento económico (Paneque et al, 2008). La información sobre la generación y gestión de los residuos es un elemento esencial para la planificación, tanto de las necesidades de infraestructura de tratamiento, como para el establecimiento de objetivos realistas para mejorar y potenciar la gestión de los residuos. Este apartado describe diversas iniciativas relacionadas con la gestión de residuos de envases y embalajes, y analiza las estrategias implementadas.

2.2.1. Certificaciones en sostenibilidad: gestión de RCD y aspectos sociales.

El sello **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) en los créditos que dedica a la gestión de residuos fomenta la reducción de RCD desviados a vertederos e incineradoras, redirigiendo los materiales valorizables de vuelta al proceso de fabricación y los materiales reutilizables a los usos que lo permitan (USGBC, 2014).

Para ello divide sus estrategias en dos etapas: en primera instancia, a través del prerrequisito de Gestión de Residuos de Construcción, obliga a que se establezca un Plan de Gestión de Residuos identificando al menos 5 materiales a desviar de vertedero, y su porcentaje aproximado sobre el total de RCD. También requiere que se especifique si se realizará separación in situ, y se describa como realizarla. Los prerrequisitos son de obligado cumplimiento para poder certificar una obra con el sello LEED, y no aportan puntuación. La puntuación total alcanzable en la suma de créditos de LEED es de 110 puntos, distribuidos en ocho categorías; los créditos de gestión de RCD se localizan en la categoría de Materiales y Recursos.

Adicional al prerrequisito descrito, el crédito de gestión de residuos de construcción añade dos opciones para conseguir puntos si se dan las condiciones siguientes:

OPCIÓN 1:

- Desviar el 50% de los RCD incluyendo al menos 3 corrientes de residuos (1 punto)
- Desviar el 75% de los RCD incluyendo al menos 4 corrientes de residuos (2 puntos).

OPCIÓN 2:

- Reducir el total de RCD a 12,20 kg/m² de la superficie construida (2 puntos).

Las tierras procedentes de desbroces y excavaciones no contribuyen a éste crédito; los cálculos pueden hacerse por peso o volumen, pero debe hacerse de manera consistente en todo el proceso, basándose en la cantidad de residuo desviado de vertedero o incineración en relación con la cantidad total de residuo generado en la obra.

De éste modo, más allá del Plan de Gestión de Residuos que exige la normativa actual, LEED añade los requerimientos de reducir el total de residuos generados o justificar el porcentaje de residuos que se reciclan o recuperan, si se quiere obtener puntos por ello. Proyectos en los que se tritura y reutiliza hormigón, albañilería o asfalto in-situ deberán incluir el peso o volumen de dichos materiales en los cálculos.

Cualquier residuo de construcción que se envía a una planta, que a su vez saca al mercado, los subproductos que obtiene pueden considerarse en los cálculos. Los proyectos que no realizan separación en obra deberán aportar los ratios de reciclaje de la planta a la que llevan su residuo mezclado, que deberá aportar informes mensuales. Los residuos peligrosos quedan excluidos de los cálculos y deberán tratarse de acuerdo a la normativa aplicable.

Una obra que opte al sello LEED por tanto debe reducir la cantidad de RCD que genera, e identificar a través de su PGR los tipos de residuos, y establecer objetivos de valorización para las distintas corrientes de residuos en función de la información disponible de cada uno de los valorizadores escogidos. La tabla 19 muestra un modelo sobre el que se calcula el porcentaje de desvío de residuos, que debe

actualizarse periódicamente durante la obra, en base a los datos aportados por las empresas a las que se envía cada residuo según su naturaleza.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN RECICLADOS/REUTILIZADOS			RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN ELIMINADOS EN VERTEDERO/INCINERADORA		
Descripción de los residuos	Nombre del gestor y localización	Cantidad (toneladas o m³)	Descripción de los residuos	Nombre del vertedero o incineradora, y localización	Cantidad (toneladas o m³)
Material sobrante de hormigón			Mezcla (hormigón, cerámicos)		
Material sobrante de ladrillos			Otros residuos		
Material sobrante cerámicos					
Material sobrante de madera					
Material sobrante de vidrio					
Material sobrante de plástico					
Metales férricos y no férricos					
Material sobrante a base de yeso					
Material sobrante de aislamiento					
Papel					
Total residuos reciclados/reutilizados		A	Total residuos enviados a vertedero/incineradora		B
TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS EN LA CONSTRUCCIÓN					(A+B)
PORCENTAJE TOTAL DE RESIDUOS RECICLADOS /REUTILIZADOS >=75%					(A/A+B) x 100

Tabla 19. Tabla modelo para una obra que opta al sello LEED en gestión de RCD

En base al Plan de Gestión de Residuos planteado para la obra, el siguiente paso que requiere el sello es el seguimiento de los objetivos marcados, a través del registro de los certificados emitidos por las gestoras seleccionadas. Esto debería garantizar un alto porcentaje de reciclabilidad, una vez establecidos los procesos necesarios para conseguir la separación in situ. Para conseguirlo, es preciso identificar especialistas en cada uno de los residuos, a los que se requerirán los siguientes datos en sus informes para demostrar la trazabilidad del residuo:

- Datos de la Obra: Nombre del proyecto, dirección, etc.
- Cantidad de residuos retirados.
- Datos de la empresa gestora de residuos
- Certificado del porcentaje de material que se ha retirado, con porcentajes detallados en función de la naturaleza del residuo.
- Firma y sello

A continuación en la Figura 31 se muestra un ejemplo de certificado de empresa valorizadora en el que figura la obra de referencia, la naturaleza del residuo y el porcentaje de valorización.



ADIEGO HNOS, S.A.

Ctra. Valencia, Km. 5,900

50410 CUARTE DE HUERVA.- (ZARAGOZA)-

Cuarte de Huerva, 20 de septiembre del 2012

ASUNTO: CERTIFICADO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Muy Sres nuestros:

ADIEGO HERMANOS, S.A., como gestor de residuos peligrosos con el nº autorización AR/G-3/93 y como gestor de residuos no peligrosos con el nº autorización AR/GNP-62/2010 certifica que sus envíos de **residuos de vidrio** con código LER 170202 entregados en nuestras instalaciones por [REDACTED] con fecha 03/09/2012 y procedentes del Nº de Licencia Municipal [REDACTED] han sido gestionados mediante tratamiento tabla 2 R13, teniendo una **valorización superior al 80%**.

Documentos de Control y Seguimiento; DCS NP AR Nº 14414

Fecha: 03 septiembre 2012

Cantidad: 2.200,00 Kgs.

Han sido tratados en nuestras instalaciones de la forma adecuada en función de sus características.

Y para que así conste a los efectos oportunos, se expide el presente certificado.

Estimando que lo anteriormente expuesto sea de su total conformidad, permaneciendo en la espera de sus noticias al respecto, aprovechamos la oportunidad para saludarles muy atentamente.

Figura 31. Ejemplo de certificado de gestor de residuos para obra LEED.

En base a esta información, en la hoja calculadora (tabla 20) se debería introducir una línea para el vidrio (en la tabla 19, en la línea "Material sobrante de vidrio"), el tipo de corriente (si procede de RCD mezclado o se ha segregado in situ), el total del residuo (2200 kg) y el total de residuo de vidrio desviado de vertedero (1760 kg). La hoja calcula la cantidad de vidrio que finalmente irá a vertedero.

Construction and Demolition Waste Calculator

Material Description	Material Type	Material Stream	Total Waste (kilograms)	Commingled Waste: Average Percentage of ADC Produced by the Sorting Facility (%)	Diverted Waste (kilograms)	Percent Diverted (%)	Waste to Landfill (kilograms)
Glass	Glass	Recycled - source separated	2.200		1.760	80,00%	440,00
						0,00%	0,00
Total Construction Waste (kilograms)							2200,00
Total diverted construction waste (kilograms)							1760,00
Total number of material streams							1

Add Row

Delete Row

Tabla 20. Cuadro resumen para justificar el crédito de Gestión de Residuos en LEED

De este modo para cada tipología de residuo se rellenaría la línea correspondiente, y en una pestaña resumen (tabla 21) se suman todas las cantidades de las distintas corrientes y se calcula el porcentaje final de residuo desviado de vertedero y el número de corrientes de residuos desviadas:


Summary for Design and Construction Rating Systems

Note: All information on this tab is READ-ONLY. To edit, see the previous tab.

Total Construction Waste (kilograms)	2200,00
Total construction waste diverted (kilograms)	1760,00
Percentage of construction waste diverted from landfill	80,00%
Number of material streams diverted	1

Tabla 21. Cuadro resumen para justificar el crédito de Gestión de Residuos en LEED

Finalmente, la información reflejada en la hoja calculadora para dar cumplimiento al crédito de Gestión de Residuos en LEED se traslada a la plantilla correspondiente en la plataforma *leedonline* (figura 32) aportando los datos de la cantidad de residuos total generada en peso y la cantidad de residuos total desviada de vertedero, lo que permitirá obtener el porcentaje en base al cual se obtendrían los puntos. Nótese que el constructor debe firmar la plantilla certificando la veracidad de los datos.


LEED v4 BD+C: New Construction
MR Credit Construction and Demolition Waste Management

Rating Systems

Building Design and Construction

- ☒ New Construction
- ☐ Core and Shell
- ☐ Schools - New Construction
- ☐ Retail - New Construction
- ☐ Data Centers - New Construction
- ☐ Warehouses and Distribution Centers - New Construction
- ☐ Hospitality - New Construction
- ☐ Healthcare

Interior Design and Construction

- ☐ Commercial Interiors
- ☐ Retail - Commercial Interiors
- ☐ Hospitality - Commercial Interiors

☐ The project is using IP units.

☒ The project is using SI units.

All Projects

Select one or more of the following:

☒ **Option 1.** Diversion (1-2 points)

☒ **Option 2.** Reduction of total waste material (2 points)

Figura. 32a. LEED Template MR CDW Management. Fuente: USGBC LEED v4.

Option 1. Diversion

Upload: Construction and Demolition Waste Calculator

Provide the completed Construction and Demolition Waste Calculator (found under the credit's "Resources" tab in the Credit Library) or equivalent documentation.

Provide the following values from the Summary tab of the Construction and Demolition Waste Calculator:

Number of material streams diverted

Percentage of construction waste diverted from landfill (%)

☐ Alternative daily cover (ADC) is excluded from diverted waste calculations but is included in total construction waste calculations.

For projects diverting commingled waste

Upload: Commingled waste documentation

Provide documentation verifying the diversion rate of commingled waste. Documentation can either be a project-specific diversion rate(s) provided by the sorting facility or, if the method of recording and calculating is regulated by the local or state governing authority, the average annual recycled rate for the sorting facility.

Option 2. Reduction of Total Waste Material

Project gross floor area (sq m)

Total construction and demolition waste (kg)

Waste per unit (kg/sq m)

☐ Alternative daily cover (ADC) is excluded from diverted waste calculations but is included in total construction waste calculations.

Summary

Name

Date

November 23, 2014

SAVE FORM

CHECK FORM



Incomplete. Please complete the highlighted fields and/or address any omissions in the Special Circumstances section.

Figura 32b. LEED Template MR CDW Management. Fuente: USGBC LEED v4.

Dado que en España la normativa ya obliga a la redacción del Plan de Gestión de Residuos, la práctica habitual en las obras que optan al sello LEED es tratar de acceder a los puntos de gestión de residuos; esto simplemente les supone identificar posibles gestores para los residuos más significativos en peso y gestionarlos a través de ellos, tal y como en principio se debería plantear cualquier plan. Por otro lado de éste modo se obliga a las plantas a aportar una información en relación con el porcentaje de reciclaje que hasta la llegada de los sellos no era objeto de interés; a priori no es una petición fácil ya que el porcentaje que se requiere no es el resultado medio de la planta sino el específico obtenido de los contendedores de la obra que opta al sello. Se plantea la duda de si las infraestructuras existentes están preparadas para aportar la documentación necesaria, tras gestionar adecuadamente los residuos y documentar los porcentajes de reciclaje que se alcanzan en los distintos casos con una adecuada trazabilidad.

El sello LEED fomenta también la utilización de materiales reciclados en el crédito MR4 "Contenido en Reciclado", cuyo objetivo es incrementar la demanda de materiales de construcción que incorporen materiales reciclados, con el fin de reducir los impactos resultantes de la extracción y procesamiento de materias vírgenes. Este crédito complementa al de gestión de residuos al premiar la reintroducción en el mercado de materiales reciclados.

La certificación **BREEAM ES** también tiene un crédito en la categoría de Residuos, RSD1 "Gestión de Residuos" que busca promover la eficiencia de recursos a través de una gestión adecuada de los residuos de construcción.

Para el crédito RSD1 se ofrecen tres puntos (sobre 112 disponibles): uno, si se demuestra que se han implantado procedimientos acordes con los objetivos establecidos en el Plan de Gestión de Residuos; se efectúa una supervisión de la cantidad de RCD generados en el emplazamiento; los objetivos se revisan con frecuencia, y se ha designado a una persona encargada de la implantación de los criterios establecidos. El segundo punto se concede si además de cumplirse los requisitos del primero, se consigue un 10% de mejora con respecto al 70% (en peso)

establecido como tasa nacional de recuperación de RCD (II PNRCD). Por último, se concede un tercer punto, de nivel ejemplar, si se alcanza el 25% de mejora sobre el 70%. Los puntos en BREEAM no son directos como en LEED, sino que están sujetos a una ponderación en función de la categoría a la que pertenecen: la categoría de residuos tiene el menor peso de las categorías existentes, 7% (el mayor es energía con un 18%).

El crédito MAT1 "Materiales de Bajo Impacto Ambiental" valora positivamente la utilización de herramientas de ACV para evaluar posibles materiales a utilizar en los proyectos; dicha herramienta considera el impacto de los materiales durante todo su ciclo de vida, siendo uno de sus indicadores la generación de residuos.

Por otro lado, en el ámbito de lo social, en relación con las constructoras, destaca en el sello BREEAM su criterio GST 2, denominado "Código de Conducta Social y Medioambiental de los Constructores", aspecto que no se evalúa en ningún otro sistema nacional o local en la actualidad. En él valoran aspectos relacionados con la responsabilidad de la constructora, reconociendo e impulsando las obras gestionadas de manera respetuosa y responsable con el medioambiente y la sociedad. Se otorgan uno o dos puntos en función del número de ítems cumplidos de una lista de comprobación (incluida en Anexo 1) cuyos apartados tratan los siguientes aspectos:

- A) Acceso seguro y adecuado.
- B) Buen vecino.
- C) Concienciado en relación al medioambiente.
- D) Entorno de trabajo seguro y respetuoso.

En el sello **VERDE**, el criterio C17 "Gestión de Residuos" fomenta la reducción de la cantidad de residuos generada durante la obra mediante la utilización de elementos prefabricados, así como mediante un proceso controlado que minimice la generación de residuos. VERDE no maneja puntos como los sellos anteriores sino valores absolutos a través de una herramienta de cálculo, y los resultados se dan en forma de porcentaje.

El criterio de gestión de residuos se evalúa calculando el volumen de residuos con la herramienta, y comparándolo con una referencia. Un 0% de reducción se considera práctica habitual, el 80% sería la mejor práctica. Se requiere un Estudio de Gestión de Residuos, y al final del proyecto debe justificarse el porcentaje total de residuos desviados a reciclaje.

Como conclusión, los sellos de sostenibilidad sugieren, más allá de la obligación impuesta por la normativa, que pasa por gestionar los residuos en plantas autorizadas al efecto, premiar la gestión que reduce la generación y desvía los RCD de vertederos e incineradoras, con porcentajes de 50% en adelante (USGBC, 2014; BRE, 2010), y además es capaz de justificar la cantidad de residuos desviados. De este modo fomenta la reutilización y el reciclaje de los residuos valorizables.

2.2.2. Guías y Manuales de Buenas prácticas para la gestión de RCD y REEC.

En este apartado se recogen algunos ejemplos de guías y manuales de buenas prácticas relacionados con la gestión de residuos. En España existe prácticamente una Guía de Buenas Prácticas por comunidad autónoma (Generalitat Valenciana, 2013; Gobierno de Aragón, 2007; Gobierno de Castilla la Mancha, 2007), si bien sólo la de Cataluña trata brevemente los REEC de forma específica (iTeC, 2000).

El Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña publica su Manual de Minimización y Gestión de Residuos en las Obras de Construcción y Demolición, en el que dedica un capítulo específico al residuo de embalajes (iTeC, 2000). En la introducción del Manual se indica que para mejorar la gestión del residuo de embalaje en la obra reduciendo su volumen es imprescindible una empaquetadora capaz de tratar los restos de papel y plásticos, fundamentalmente hojas de polietileno. La falta de esta maquinaria produce verdaderas dificultades en la separación y gestión de los productos de poco peso y gran volumen, ya que los contenedores destinados a ellos almacenan y transportan aire si no se comprime.

En el Manual se establecen las siguientes recomendaciones en relación con el residuo de embalaje:

- Se sugiere una empaquetadora para tratar los restos de papel y plásticos (fundamentalmente film de paletizar) para solucionar las dificultades originadas por el poco peso y gran volumen de los residuos de embalajes
- Control y reducción de residuos de composición heterogénea que genera la construcción (Proyecto Life 98/351)
- Clasificación y separación previa, ya que la mezcla de residuos ligeros y pesados dificulta el reciclado y encarece la deposición, e incluso el transporte
- Recomendación utilizar un sistema de deposición capaz de reducir el volumen de los plásticos y cartones para evitar almacenar y transportar aire
- Reutilizar los palés como tarimas o tableros auxiliares de construcción; reciclar en nuevos embalajes o productos. Se podrá comprobar que actualmente la gestión de los palés está bastante conseguida, se aprovechan al máximo
- Reutilización y reciclaje, o aprovechamiento energético, como posibilidades de valorización para plásticos

Actualmente la industria del plástico recibe muy poco residuo procedente de la construcción ya que se producen en pequeñas cantidades, lugares muy dispersos y se suelen presentar en malas condiciones (suciedad y presencia de otros residuos).

Embalajes y plásticos: la gestión de los residuos de embalaje en la obra es una cuestión de previsión. Sin una planificación apropiada, el embalaje puede convertirse en un verdadero problema. Se necesitan tiempo y espacio para separar y almacenar la gran diversidad de embalajes que se concentran en la obra: plástico, cartón y papel. La mejor alternativa es que el proveedor del material recoja sus propios embalajes porque él es el que dispone de las mejores condiciones logísticas para reutilizarlos o reciclarlos.

No obstante, si el embalaje permanece en la obra se pueden seguir las siguientes recomendaciones para reducir su impacto:

- No separar el embalaje hasta que se vaya a emplear el producto; de este modo se conservará en las mejores condiciones
- Guardar los embalajes inmediatamente después de separarlos del producto, para evitar que se deterioren rápidamente, causen desorden en la obra y sean difícilmente reciclables
- Utilizar materiales que vengan envueltos en embalajes reciclados; los proveedores deben conocer la procedencia de los materiales de embalaje
- Si la obra produce grandes cantidades de cartón o papel, puede ser conveniente dotarse de una máquina compactadora para reducir su volumen y venderlos ya empaquetados

Recomendaciones al redactor del proyecto: no solo utilizar materiales verdes, sino prever que los embalajes en los que éstos llegan a la obra no originen residuos.

Recomendaciones al encargado: desembalar los materiales cerca de la zona de acopio de los residuos clasificados.

Respecto a otros tipos de plásticos tales como aislantes o tuberías, la mejor opción es también que el proveedor o el industrial que se sirve de ese material se encargue de su gestión, y en el caso de no ser esto posible, se deberá sopesar la viabilidad de llevar a cabo una clasificación selectiva y reciclar los residuos. Como últimas opciones quedan la valorización energética y el vertedero de sobrantes no especiales.

Otras comunidades autónomas (Madrid, C. Valenciana, Navarra, País Vasco, Galicia, Asturias, Castilla la Mancha y Aragón) tienen manuales de buenas prácticas pero no consideran de forma específica los REEC.

En el Reino Unido, la agencia Waste & Resources Action Programme publicó una guía denominada "*Achieving good practice Waste Minimisation and Management*" (*WRAP*), dirigida a promotores, equipos de diseño y constructoras. Su objetivo es ayudar a implementar buenas prácticas en gestión y minimización de residuos en proyectos de construcción, para reducir las cantidades de RCD enviadas a vertedero y con ello contribuir al desarrollo sostenible. Como beneficios clave se citan unos costes reducidos de materiales y vertido, aumento en diferenciación competitiva, mayor eficacia en relación con objetivos de responsabilidad social corporativa, menores emisiones de CO₂, y una posición ventajosa a la hora de cumplir requerimientos relacionados con la sostenibilidad impuestos por las autoridades públicas.

El informe indica que el verdadero coste de los residuos se compone del coste de los materiales desechados + el coste de guardar, transportar, tratar y desechar los residuos + la pérdida por no vender el residuo para aprovechar o no reciclar.

Las medidas concretas sugeridas para embalajes son reducción y reutilización, involucrando a la cadena de distribución para utilizar el mínimo embalaje, y segregar el embalaje para su reutilización. Se establecen tres niveles de gestión: práctica estándar, buena práctica o *quick win* y mejores prácticas:

- Práctica estándar es una línea base de rendimiento en la industria de la construcción, basada en conseguir los estándares mínimos y los requerimientos legales
- Buena práctica o *quick win* es dar un paso más de la práctica estándar, para conseguir beneficios fáciles de conseguir en la mayoría de proyectos, sin necesidad de cambios importantes en las prácticas habituales, y sin coste añadido
- Las mejores prácticas reflejan el enfoque que lidera el mercado en la actualidad, pero puede suponer un precio añadido o requerir un cambio significativo en las prácticas habituales en algunos proyectos

Existen ciertas corrientes de residuos que pueden ofrecer ahorros significativos si se alcanzan niveles de buenas practicas; si se implementan *Quick Wins* en tres o cuatro residuos clave en cualquier proyecto, existe un potencial de incrementar el ratio de reciclaje de RCD respecto al estándar de la industria en más del 20%.

Se define un "*Waste Recovery Quick Win*" como una mejora en la recuperación (reutilización o reciclaje) para un residuo de construcción específico, aplicable a una selección de proyectos de construcción, que dará como fruto un mayor ratio de recuperación que la práctica estándar, sin incrementar costes y, preferiblemente, con un ahorro en costes.

Según el informe (tabla 21), los típicos *waste recovery quick wins* dadas sus cantidades de residuos y el incremento en el ratio de recuperación de estándar a buena práctica son: madera, yeso laminado y embalajes. Éstos aplicarán principalmente a las fases de estructura, acabados y acondicionamiento de un proyecto.

Material	Standard Recovery %	Good Practice Quick Win %	Best Practice Recovery %
Timber	57	90	95
Metals	95	100	100
Plasterboard	30	90	95
Packaging	60	85	95
Ceramics	75	85	100
Concrete	75	95	100
Inert	75	95	100
Plastics	60	80	95
Miscellaneous	12	50	75
Electrical equipment	Limited information	70*	95
Furniture	0-15	25	50
Insulation	12	50	75
Cement	Limited information	75	95
Liquids and oils	100	100	100
Hazardous	50	Limited information**	Limited information**

Tabla 22. Ratios para gestión estándar, buenas y mejores prácticas por material. Fuente: *Achieving good practice waste minimisation and management. WRAP.*

Más adelante se comprobará que la práctica habitual en España no alcanza el 60% que en el Reino Unido categoriza la práctica estándar; en cualquier caso, resulta interesante la idea planteada por el informe acerca de las buenas prácticas que sin incremento en coste consiguen mejorar sustancialmente los ratios de recuperación.

2.2.3. Buenas prácticas para mejorar el diseño de envases y embalajes.

La industria del envase y embalaje ha desarrollado iniciativas por todo el mundo, destacando Australia como promotor de diversas actuaciones e investigaciones. La asociación Sustainable Packaging Coalition presenta su programa Comparative Packaging Assessment (COMPASS), una herramienta online basada en ACV diseñada para realizar evaluaciones de diseño de embalajes. COMPASS pone el potencial del ACV en manos de los profesionales del diseño para que puedan incorporar fácilmente los criterios clave de eficiencia medioambiental, incorporándolos en el desarrollo del concepto y en las etapas de selección del material.

COMPASS otorga paquetes de modelizado para USA, Canadá y Europa, específicos para materiales y procesos utilizados en embalajes para permitir comparaciones válidas en múltiples escenarios. Además, la regionalización del modelado de residuos sólidos provee un perfil de residuos a cada escenario para ayudar a entender las implicaciones de *final de vida* en el diseño de embalajes.

Cómo se realiza el proceso de diseño con COMPASS:

- Escenario rápido de "qué pasaría" para obtener información sobre que opción funciona mejor para la empresa.
- Comparación de hasta 4 alternativas simultáneamente.
- Benchmark de perfil ambiental de la cartera existente.
- Generación de datos de impacto de ciclo de vida para mediciones clave.
- Entender el perfil de residuos de un envase propuesto antes de su entrada en el mercado.
- Monitorización de cambios y comunicación e información a los agentes.

COMPASS aporta información sobre:

Indicadores de ciclo de vida:

- Indicadores de consumo:
 - Combustibles fósiles
 - Agua
 - Minerales
 - Recursos bióticos
- Indicadores de emisiones:
 - Gases de efecto invernadero
 - Producción limpia: impactos humanos
 - Producción limpia: toxicidad acuática
 - Eutrofización

Atributos de envases y embalajes:

- Reciclado vs contenido virgen
- Porcentaje de material de origen certificado
- Residuos sólidos

Por otra parte, los principios guía de la Australian Packaging Covenant (APC) para evaluar envases nuevos y existentes son:

- Maximizar la eficiencia en agua y energía
- Minimizar materiales
- Utilizar materiales reciclados
- Utilizar materiales renovables
- Minimizar el riesgo de materiales peligrosos
- Origen responsable
- Diseño para el transporte
- Diseño para la reutilización
- Diseño para la reducción de residuos
- Diseño para la accesibilidad del consumidor
- Proveer información al consumidor

La herramienta descrita posibilita a los diseñadores de envases y embalajes evaluar sus productos con enfoques basados en ACV, donde los impactos analizados son: uso de materiales, uso de energía, uso de agua, salubridad del material, producción y transporte limpio, coste y eficiencia, impacto en la comunidad e impacto en el trabajador. La etapa de diseño del embalaje tiene su incidencia en la posterior generación de residuo, y se comprueba que en la industria de la distribución se utiliza el ACV para minimizar el impacto de los materiales empleados en los embalajes.

En el ámbito Nacional, Ecoembes informa en su V Plan Empresarial de Prevención 2012-2014 de la concesión de los denominados premios R Ecoembes a las empresas que promueven el ecodiseño (fig. 33):



Figura 33. Premios R ECOEMBES 2013 a la mejor iniciativa empresarial. Fuente: Ecoembes.

A continuación se recogen diversas buenas prácticas generales de rediseño dirigidas a fabricantes, (Ecoembes, 2012):

- ✓ Utilizar envases de mayor capacidad

- ✓ Reducir el volumen del producto para utilizar menor cantidad de envase (productos concentrados, apilados, desmontados)
- ✓ Aligeramiento del envase por cambio de diseño
- ✓ Optimización del mosaico de paletización
- ✓ Modificación del diseño del envase para facilitar un mejor aprovechamiento del producto

2.3. Buenas prácticas para la gestión de REEC.

En el transcurso de la investigación se han realizado visitas a algunas de las infraestructuras de tratamiento de RCD y RSU, y se han mantenido diversas reuniones con responsables del sector de los residuos, con el objeto de conocer la problemática actual y las dificultades encontradas a la hora de gestionar los RCD y concretamente los REEC. También se han revisado informes y memorias de grandes empresas constructoras, nacionales e internacionales, profundizando en su visión en materia de sostenibilidad, y las estrategias que adoptan para alcanzar sus objetivos. Por último, para completar la visión sobre el sector se identifican diversos programas de software utilizados por el mercado para generar la documentación requerida por la normativa en materia de gestión de RCD y se analizan para comprobar las opciones que ofrecen.

2.3.1. Buenas prácticas en infraestructuras de gestión de RCD.

Para profundizar en el conocimiento del sector de las plantas de tratamiento de residuos y su funcionamiento se visitó una infraestructura de cada tipo:

- Centro de Clasificación y Transferencia de RCD en Morálzarzal. Selecciona, clasifica y limpia los RCD para su transporte a centros de tratamiento. Visitada el 28 de febrero de 2013.

- Complejo de Tratamiento Integrado de RCD de Navalcarnero. Es la planta más grande de España. El complejo está integrado por una planta de tratamiento con dos líneas de proceso, la de residuos de construcción limpios y otra para los mezclados. Visitada el 13 de febrero de 2014.

El principal subproducto de las plantas de tratamiento de RCD son áridos clasificados según su granulometría, 0-40 mm. y 40-80 mm.; según los responsables la mayor dificultad es gestionar su espacio ya que el mercado no presenta una demanda regular para este subproducto, y los controles de calidad requeridos impiden que el precio sea competitivo en relación con los áridos de cantera.

En 2011 el diario El País publicó un artículo denominado “El reciclaje está en ruinas” (18/11/2011), en el que los responsables de la planta de Navalcarnero denunciaban prácticas ilícitas en la gestión de RCD por parte de grandes empresas privadas participadas por grandes constructoras. Esto podría haberse acentuado con la crisis actual, debido a que la Administración debe grandes sumas de dinero a las grandes constructoras que deben financiar la deuda, lo que las coloca una posición de fuerza de cara a posibles negociaciones o excepciones en la gestión de los residuos, suponiendo una desventaja hacia las plantas públicas cuya gestión no admite tolerancias.

La Memoria Anual de Instalaciones de Gestión de Residuos No Peligrosos, remitida oficialmente por Gedesma, S.A. a la Subdirección General de Residuos y Planificación Hídrica de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid recoge los datos obtenidos como resultado de las actividades de una de las plantas públicas, el Centro de Clasificación y Transferencia de RCD de Morazarzal durante los años 2009-10-11-12 y 13, según la información disponible en su web (tabla 23):

Nº de orden del proceso de tratamiento: NP01					
Denominación del proceso: Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición					
Descripción	Cantidad admitida 2009 (kg)	Cantidad admitida 2010 (kg)	Cantidad admitida 2011 (kg)	Cantidad admitida 2012 (kg)	Cantidad admitida 2013 (kg)
RCD	122.022.270	81.230.740	114.208.090	71.760.170	53.765.840

Tabla 23. Datos extractados de las Memorias de gestión. Fuente: <http://www.ctinertes.es/cti-moralzarzal/actividades/>

Conociendo el dato de cantidad de residuo admitido en la planta, en la Tabla 24 se detallan las tasas porcentuales de recuperación en los mismos años de los elementos principales que se seleccionan, clasifican y separan en la misma planta de Morazarzal, para su valorización posterior:

Material	Tasa de recuperación 2009	Tasa de recuperación 2010	Tasa de recuperación 2011	Tasa de recuperación 2012	Tasa de recuperación 2013
Áridos reciclados	95,80%	97,83%	97,80%	95,46%	95,51%
Acero	0,16%	0,14%	0,10%	0,16%	0,11%
Plástico (PEBD)	0,016%	0,014%	0,026%	0,043%	0,043%
Papel y cartón	0,01%	0,004%	0,009%	0,035%	0,024%
Madera	0,27%	0,37%	0,90%	1,03%	0,73%
Residuos peligrosos	0,0015%	0,0009%	0,0015%	0,0012%	0,0027%
Rechazo	3,73%	1,63%	1,17%	3,25%	3,59%

Tabla 24. Tasas porcentuales de recuperación del CCT-RCD de Morálzarzal. Fuente: <http://www.ctinertes.es/cti-moralzarzal/actividades/>

Los datos reflejan un alto grado de recuperación de los distintos materiales, con la reducción paulatina de la parte que va a rechazo hasta 2011; en la planta informan que esto sucede gracias a la labor de información y concienciación a las empresas del sector, que comprueban el ahorro que les supone segregar en obra, reduciendo con ello la contaminación de los materiales que llegan a planta y ampliando así las posibilidades de valorización. En 2012 y 2013 se acentúa la crisis del sector y esto hace que desaparezcan algunas de las constructoras habituales y se introduzcan otras aún no habituadas a la segregación, motivo por el que el porcentaje de rechazo se eleva ligeramente respecto al de los años anteriores (Gil Usero, 2013).

En las páginas de plantas de iniciativa privada no se publican datos con el mismo nivel de transparencia, si bien en algunas si se detallan aspectos de la composición de los residuos (tabla 25), aunque sin dar a conocer el porcentaje de rechazo. De hecho, desde las plantas públicas denuncian que curiosamente los vertederos de algunas de aquéllas nunca llegan a agotarse, insinuando que derivan residuos a incineradoras de manera poco transparente.














	Material	Código Ler	Porcentaje [%]
	Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	170100	54
	Hormigón	170100	12
	Basura	170700	7
	Piedra		5
	Asfalto	170300	5
	Arena, grava y otros áridos		4
	Madera	170201	4
	Metales	170400	2.5
	Plásticos	170202	1.5
	Vidrio	170202	0.5
	Papel	170700	0.3
	Yeso	170100	0.2
	Otros	170700	4

Tabla 25. Porcentaje de participación en el peso del 100% del RCD según información de la web de la Planta de Salmedina.

Las empresas valorizadoras tienen acuerdos con las plantas de clasificación de residuos, y recogen los materiales objeto de tratamiento cuando se alcanzan cantidades que hacen viable el transporte. Una de las dificultades de todo el proceso es la escasa posibilidad de planificación, dado que la instalación que clasifica lo hace con el material que le llega, y éste varía en función de la procedencia, según el tipo de obra. Por todo ello es un mercado poco desarrollado en cuanto a residuos de construcción, por lo que las valorizadoras pueden encontrar flujos más constantes y estables en actividades industriales, que además proveen con material con un menor grado de contaminación, tal y como exponen Paneque et al. (2008).

Se consulta a los técnicos de Morazarzal y Navalcarnero sobre la posibilidad de las plantas para documentar la trazabilidad de RCD y los porcentajes de reciclaje para una determinada obra, y ambos coinciden en que es viable pero tendrían que elaborar un registro paralelo al global de la planta en el que se recogieran los datos específicos de la obra origen de los residuos que quiere optar al crédito, lo que probablemente pueda repercutirse en un coste adicional.

También se visitó la Planta de Biometanización y Compostaje de Pinto. Todos los residuos del contenedor gris de 1.500.000 habitantes de la zona sur de la Comunidad llegan a esta planta (fig. 34 y 35). Se genera energía eléctrica a partir del metano producido en el proceso de biometanización, así como del obtenido del vertedero adyacente mediante procesos de desgasificación. También se genera compost procedente de la degradación de la materia orgánica.



Figura 34. Acopios de plásticos, papel y madera en Planta de Pinto.



Figura 35. Vista general del interior de la planta y vertedero, con balas de plástico acopiadas, Planta de Pinto.

Una vez conocido el funcionamiento de las infraestructuras, se comprueba que el proceso que siguen los residuos de embalajes procedentes de obras de edificación es el siguiente: los contenedores llegan a la planta de tratamiento de RCD, y éstos se separan con mayor o menor índice de aprovechamiento en función de la segregación

realizada en origen; la planta acumula los plásticos, cartón y madera, y cuando tiene un volumen suficiente avisa a un valorizador o reciclador que los recoge para reintroducirlos en el proceso productivo. Esto se cumple fundamentalmente en el caso de la madera, que puede ser aprovechada para aglomerados o combustible de biomasa, pero en el caso de plásticos y cartón en algunos casos el grado de contaminación hace que no sean interesantes para los valorizadores.

La planta de Pinto, que trabaja con Residuos Sólidos Urbanos, tiene anexa una planta de Clasificación de Envases, donde se pudo conocer el proceso que siguen los envases una vez clasificados. En la Comunidad de Madrid existen dos principales valorizadores: uno para residuos metálicos y otro para plásticos. Ecoembes gestiona plástico, papel/cartón y vidrio, y todo el resto se recibe en la planta de RSU, junto con las fracciones de envases que no han sido separadas; no todos los plásticos son recogidos por Ecoembes: el film de paletizar, principal residuo plástico en las obras, no es reciclable y por ello la planta de envases lo deriva a la de RSU, que lo gestiona acumulándolo y empacándolo en balas, para después enviarlo a una fábrica de plásticos, donde posteriormente sale como residuo post-industrial, para terminar siendo vendido a otras industrias que lo aprovechan para valorización energética.

2.3.2. Buenas prácticas implementadas por empresas constructoras.

Este apartado presenta los resultados de la búsqueda realizada para conocer las prácticas de grandes constructoras tales como FCC Construcciones, Acciona, OHL o Arpada, en el ámbito nacional, y de Mace y Balfour Beatty en Reino Unido, y Bouygues Construction en Francia. Todas ellas son conscientes del impacto de las actividades de construcción sobre el entorno, y por ello incluyen en sus políticas y estrategias acciones encaminadas a paliar dicho impacto.

FCC Construcciones en su último informe anual de seguimiento, describe la implementación de diversas buenas prácticas (FCC Construcción, 2013) mediante las siguientes actuaciones y con los resultados en materia de gestión de residuos descritos a continuación:

- En el 49,3% de sus obras todo el personal de producción realizó un curso de formación ambiental presencial de dos días de duración, y se impartieron charlas de sensibilización y concienciación ambiental a las subcontratas que trabajaron en las mismas
- Un 43,3% de las obras con señalización ambiental utilizaron no solo la señalización ambiental estándar, sino que además utilizaron carteles de concienciación para disminuir el uso de recursos naturales
- Un 98% de las obras empleó diversos medios para evitar la suciedad a la entrada y salida de la obra, tales como barrer las entradas y salidas de modo sistemático o limpiar las ruedas de todos los camiones antes de su incorporación a la vía pública
- Se colocaron cubetas para el almacenamiento de sustancias peligrosas o de residuos peligrosos en el 97% de las obras
- En el 93% de las obras se logró reducir los residuos inertes llevados a vertedero respecto al volumen previsto en el proyecto
- El 92% de las obras realizó una clasificación de los residuos inertes en tres o más categorías para su gestión individualizada

La empresa Acciona en su memoria de sostenibilidad de 2012 informa que durante el año 2011 apostó por la formación ambiental de sus trabajadores como herramienta preventiva para asegurar la participación y compromiso de sus empleados, la mejora continua y el cumplimiento de los objetivos establecidos (Acciona, 2013). En total se impartieron 31.379 horas de formación ambiental fundamentalmente en dos materias: el sistema de gestión (suponiendo aproximadamente un 40% de las horas de formación) y la gestión de residuos (el 19%).

Acciona incorpora a su actividad procesos orientados a la minimización de los residuos y a la selección de materiales más respetuosos con el entorno natural. En la obra de la nueva Sede del BBVA, certificada con el Sello LEED, utiliza hormigón con

contenido en reciclado de acuerdo con los requerimientos del sello, en cuestión de materiales con contenido en reciclado.

OHL en su Informe de Sostenibilidad de 2013 afirma la importancia que en el campo del medioambiente tiene para la empresa la eficiencia en el consumo de recursos energéticos y materias primas, la minimización de los impactos ambientales en las operaciones y la sensibilización ambiental para el desempeño del trabajo. Identificándolos como asuntos relevantes para la lucha contra el cambio climático y la gestión de residuos.

Entre las prácticas destacadas de OHL Construcción destaca una Política de Compras Responsables, ratificada en el marco del desarrollo de proyectos LEED, en muchos casos con determinados sellos tales como madera FSC, pinturas no tóxicas o materiales con contenido en reciclado,. Se encuentra en desarrollo un proyecto para utilizar un sistema común de homologación de proveedores con requisitos de RSC. El Plan de Formación en 2013 alcanzó un 61% de porcentaje de formación realizada a técnicos cualificados y operarios, y concretamente en el área de medioambiente participaron 19.330 personas y se impartieron un total de 4.162 horas. Dentro del Plan Director de Medio Ambiente y Energía 2011-15, en el apartado "Residuos" se continúa con el objetivo de reducción de residuos inertes en OHL Construcción. En 2013 en España se reutilizó un volumen de 6,6 millones de m³ de tierra y se redujo la producción de 2.200 m³ de escombros.

La empresa Arpada lleva a cabo diversas estrategias encaminadas a mejorar la gestión de residuos:

- Establecimiento de objetivos de segregación, identificando materiales a segregar y cuantificando la cantidad de contenedores a obtener
- Control y seguimiento de la gestión por parte de la central
- Concienciación del personal a través de la formación de todos los trabajadores

- Motivación del personal mediante reconocimiento con premios a la buena gestión

Una de las estrategias llevadas a cabo es la devolución directa a fábrica de los residuos de placas de yeso laminado que genera, reintroduciéndose en el proceso de fabricación de nuevas placas y disminuyendo así el volumen de RCD en la ejecución de obra (Ramos Arias, 2013).

En el ámbito internacional se han tomado varios ejemplos de grandes empresas europeas: la empresa Mace proporcionó formación a más de 600 personas en 2013 sobre mejores prácticas en sostenibilidad. La implementación del Sistema de Gestión Medioambiental en Mace (Reino Unido) ha reducido significativamente el impacto de sus actividades en el medio ambiente, y continúa en su afán de buscar nuevas fórmulas para reducir energía, emisiones, residuos, agua y viajes innecesarios. En 2014 la empresa introduce un premio denominado *Safety First. Second Nature*, para celebrar las contribuciones excepcionales a asuntos de seguridad y salud, con la intención de servir como referencia de buenas prácticas en el futuro. Además, Mace, como parte de su misión de establecer el equilibrio imprescindible entre el trabajo y la cultura corporativa, ha desarrollado cuatro valores clave para dirigir el enfoque:

- Incorporar la sostenibilidad a todo lo que se hace
- Defender el liderazgo y la innovación
- Ser un miembro valorado del negocio y la comunidad global
- Conservar los recursos mientras crece el negocio

Balfour Beatty es otra gran constructora en Reino Unido, reconocida por su responsabilidad en sostenibilidad. Publica un informe, *Our Goals and Metrics*, en la que parte de la convicción de que las estrategias en sostenibilidad deben ocupar un lugar clave para guiar el negocio y prosperar a largo plazo. Utiliza tres pilares, siguiendo el clásico modelo tridimensional de la sostenibilidad, económico, social y

medioambiental: Mercados Rentables, Comunidades Saludables y Limites Medioambientales (fig. 36).

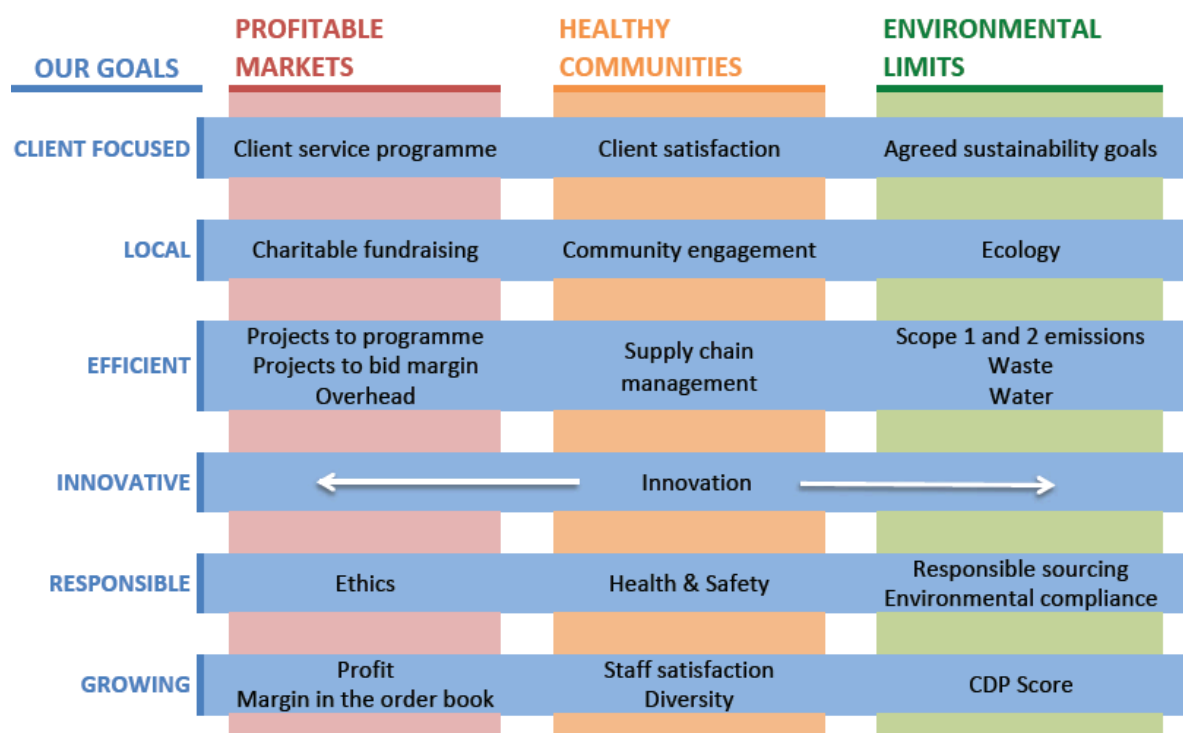


Figura 36. Modelo de Scorecard. Fuente: Our goals and Metrics. Balfour Beatty.

En la rama medioambiental, y con el objetivo de eficiencia aparecen los residuos. Se miden dos indicadores: residuos generados y residuos enviados a vertedero. Para los residuos generados se aplica la jerarquía de reducir-reutilizar-reciclar en todos los proyectos, y utiliza como indicador el tonelaje de residuo generado por millón de libras ingresadas. En cuanto a los residuos enviados a vertedero, cuando no se puede reducir más los residuos se adoptan estrategias que aseguren que todo residuo valorizable se desvíe de vertedero. El indicador es tonelaje de residuo enviado a vertedero por millón de libras ingresadas; para ambos objetivos se utiliza el sistema de gestión medioambiental, auditorías internas, asesorías en sostenibilidad y auditorías DNV.

Por último, Bouygues Construction en su Informe de RSC de 2013 ordena sus políticas de desarrollo sostenible alrededor de cuatro áreas clave:

- Medioambiente y construcción sostenible

- Clientes y socios para un proyecto sostenible
- Compromiso local y ayuda a la comunidad
- Respeto y desarrollo de empleados

En el apartado medioambiental se utilizan como indicadores el porcentaje de negocio cubierto por SGA 14001, y el porcentaje de obras con el sello Ecosite (una etiqueta medioambiental propia de la empresa para obras). Existe un apartado de contaminación y residuos, y en él se implementan medidas para la prevención, reciclaje y eliminación de residuos, con el objetivo de implementarlas en el 97% de las ventas de Bouygues Construcción, utilizando los siguientes indicadores: cantidad total de residuos no peligrosos recogidos, porcentaje de residuos no peligrosos reciclados, cantidad total de residuos peligrosos recogidos y porcentaje de obras con el sello Ecolabel.

2.3.3. Herramientas de software específico para la gestión de RCD.

Los programas de software que permiten realizar estimaciones de residuos y planificar su gestión son fundamentalmente programas utilizados en el sector a nivel nacional para realizar diversas tareas de gestión, fundamentalmente mediciones y seguridad: Arquímedes de CYPE, Presto, TCQ2000, Arktec, UrbiCAD, etc.

En el plano internacional destaca SmartWaste, una herramienta específica desarrollada por el Building Research Establishment en el Reino Unido (BRE, 2009). SMARTWaste Plan es un software gratuito para preparar, implementar y revisar Planes de Gestión de Residuos (PGR), utilizando una plantilla que se puede descargar o una sesión interactiva en la web en la que se guían los pasos para completar un PGR. El programa incluye una herramienta de medición de residuos opcional integrada, para ayudar a medir y monitorizar los tipos de residuos y las cantidades de residuos generados en las obras y para establecer referencias sobre la eficiencia en gestión de residuos en obras individuales y respecto al conjunto de obras de una misma empresa.

La metodología de Presto Estudio de Gestión de Residuos forma parte del sistema QMASS, común al control de calidad, la gestión ambiental y la seguridad y salud, que se describen en *QMASS Calidad Integrada* (PRESTO, 2014). Presto realiza todo el proceso necesario para la gestión de los RCD: estima la cantidad de residuos generada en la obra y valora los costes derivados (gestión, almacenamiento y transporte). En base a esta información, se proponen para cada material las posibles operaciones de recogida selectiva, clasificación, reutilización o reciclaje, ya sea in situ o en centro externo, y genera la documentación de entrega de residuos al gestor. Los residuos se clasifican en base a la lista LER.

Presto puede realizar la estimación de residuos por tipo de obra, por materiales o directa; la documentación que genera es un presupuesto de gestión de residuos, un documento acreditativo de separación de fracciones de residuos y un cálculo de fianza.

Villoria (2014) analiza que herramientas utilizan habitualmente los agentes para cuantificar los RCD generados en las obras en los EGRCD y PGRCD, y entre la minoría que afirma utilizar software (predominan las plantillas propias desarrolladas por cada empresa), destaca el programa de Cype Ingenieros.

Por este motivo la investigación apoya su apartado analítico en este software concreto con gran implantación en el sector. Para conocer el funcionamiento del módulo *Estudio de Gestión de Residuos*, se concertó una entrevista con personal del departamento de desarrollo de CYPE Ingenieros, S.A. Exponen que dentro del generador de precios de Cype Ingenieros, tienen divididos los unitarios de materiales que forman parte de los distintos precios descompuestos en más de 400 familias de materiales con similares características, y utilizan esta división internamente para los módulos de Estudio de Gestión de Residuos y Análisis de Ciclo de vida.

A cada familia de materiales se le asigna:

- Un Código LER

- Un identificador relacionado con el material o los materiales que lo componen, que lleva asignados unos valores de energía incorporada y emisiones
- Un precio mínimo y máximo
- Un porcentaje mínimo y máximo de residuo del material. Los materiales generan unas mermas o pérdidas en función de su naturaleza y del precio del material, considerando que cuanto mayor es el precio, menor residuo se suele generar. Por ejemplo: los residuos generados en una fábrica de ladrillo cerámico cara vista son menores que en el caso de fábrica de ladrillo cerámico hueco, ya que el primero se corta con sierra y el segundo a punta de paleta por puro criterio económico. Las mermas dependen en gran medida del operario que ejecuta la obra
- Unos pesos de envases mínimos y máximos por unidad de medida del material: cuanto mayor es el precio, más protegido estará el material con embalajes para su transporte. Se establece para cada material los posibles residuos que se generarán de sus envases:
 - Cartón (azulejos, baldosas, griferías, mecanismos, accesorios, etc.)
 - Plástico (tejas, láminas bituminosas, aislantes, etc.)
 - Madera en palés (bloques, ladrillos, etc.)
 - Metal (barnices, esmaltes, etc.)

Los parámetros utilizados en el cálculo se fundamentan en los datos de campo aportados por constructores colaboradores, en la experiencia de los autores del generador de precios en dirección de obra y en la información suministrada por las casas comerciales que incorporan sus productos en el programa.

A cada material unitario se le asigna su peso unitario, obtenido de la ficha técnica del material o de las densidades del Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. En el caso de los residuos de embalajes de plástico, se consideran diferentes espesores en función del material a embalar: para 20 micras 0,019 kg/m², para 25 micras 0,024 kg/m², 30 micras 0,029 kg/m², etc. Se obtiene la cantidad de material que conforma

un único embalaje: número de placas, ladrillos o tejas que se embalan juntas, y se calcula la superficie total del embalaje según el volumen de los materiales que conforman el embalaje, determinando el peso en función del espesor del embalaje; se le aumenta un porcentaje debido a los pliegues, y después se obtiene un valor de peso de plástico por unidad de medida del material en cuestión.

2.4. Consideraciones del capítulo Estado del Arte.

La gestión de residuos es una línea prioritaria de actuación a nivel europeo, y dentro del impacto ocasionado por el sector de la construcción, los envases y embalajes constituyen un residuo valorizable importante en volumen, cuya no segregación implica además la contaminación del RCD constituido por hormigón, ladrillo, tejas y materiales cerámicos, reduciendo su porcentaje de aprovechamiento.

Las principales consideraciones sobre los estudios consultados son:

- Existen numerosas investigaciones sobre cuantificación de RCD que establecen ratios de generación pero no utilizan muestras estadísticas suficientemente amplias o uniformes para alcanzar resultados fiables para cada tipo de construcción
- Entre las buenas prácticas consideradas en las investigaciones en el campo de la gestión de residuos, todas coinciden en que la segregación in situ es una práctica indispensable si se persigue alcanzar un alto nivel de reciclaje, y que la prefabricación contribuye a generar menos residuo en origen
- Algunos autores consideran como factor que motiva el reciclaje, la viabilidad del sistema necesaria para una adecuada gestión de residuos. Consideran que no se consigue la sostenibilidad en el tiempo si no existe un beneficio económico y las partes implicadas no participan en el proceso
- De las investigaciones consultadas que analizan aspectos sociales, se comprueba que habitualmente utilizan algún tipo de indicador para categorizar la respuesta frente a situaciones de reducción en origen o reciclaje de residuos, y coinciden en admitir la importancia que alcanza la formación del personal y las facilidades logísticas para reforzar la motivación creada con la información transmitida
- Las nuevas tecnologías suponen herramientas valiosas y su utilización mediante aplicaciones que ayuden a estimar y planificar procesos tiene un gran campo abierto por el que es preciso continuar trabajando, para implementar acciones de reducción desde el origen que optimicen el resultado final, minimizando la generación de residuos

En la normativa se identificó un indicador específico para el seguimiento cuantitativo del grado de reducción de envases y residuos de envases, pero éste nunca se ha aplicado en el ámbito de la construcción.

Por tanto, la revisión bibliográfica y documental realizada muestra que no existen parámetros claros que cuantifiquen los residuos específicos de envases y embalajes en obras de edificación, ni buenas prácticas concretas que permitan mejorar su gestión, y por tanto Reducir, Reutilizar y Reciclar. Si bien los REEC no han sido hasta el momento objeto de regulación específica debido a su escaso valor económico, el programa de Horizonte 2020 (hacia una sociedad con casi cero residuos), justifica la coordinación de investigadores, emprendedores y administraciones públicas para armonizar tecnologías, procesos y servicios.

Las consideraciones alcanzadas justifican claramente y dan lugar a los objetivos propuestos en esta Tesis Doctoral.

3. OBJETIVOS.

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral es profundizar en el conocimiento de la generación de residuos de envases y embalajes procedentes de materiales de construcción en obras de edificación, aprovechando la experiencia sobre REE procedente de otros sectores, para mejorar su gestión según el principio de jerarquía e implementar su reducción, reutilización y reciclaje y determinar buenas prácticas que mejoren la gestión de los REEC, con el objeto de alcanzar el "Cero REEC a Vertedero".

El propósito planteado se alcanzará mediante el cumplimiento de una serie de objetivos intermedios, organizados contemplando su consecución temporal:

1. **Cuantificar y categorizar** los residuos de construcción en obras de edificación y su gestión económica.
2. **Identificar** los patrones de generación de residuos de envases y embalajes, **localizando** las fases de la obra en la que se producen y los productos o **materiales clave** responsables de su generación.
3. **Comparar** los resultados de los análisis de los puntos 1 y 2 y contrastar con los obtenidos en investigaciones anteriores.
4. **Cuantificar el impacto** de un eventual **eco-rediseño** del envase o embalaje de uno de los productos clave identificado como principal generador de REEC.
5. **Conocer los factores que propician** un comportamiento favorable de empresas y particulares en materia de gestión de residuos de embalajes.
6. **Seleccionar buenas prácticas** que ayuden a lograr una gestión eficiente e integral de los REEC.

7. **Diseñar un procedimiento** que se pueda integrar en el Sistema de Gestión Ambiental de las empresas, que incorpore las buenas prácticas anteriores y favorezca una mejora en la gestión actual de los REEC.

4. METODOLOGÍA. PLAN DE INVESTIGACIÓN.

La investigación se organiza en seis etapas, de acuerdo con los objetivos marcados:

4.1. Metodología del OBJ 01: Cuantificación, categorización y estudio económico.

La primera etapa parte de una selección de obras en las que se cuantifican y categorizan los RCD generados, monitorizando su gestión para comprobar el nivel de segregación real alcanzado.

Para realizar la selección de las obras a analizar es preciso determinar el modelo constructivo más representativo. Villoria (Villoria, 2014) acude al Anuario Estadístico de la Construcción (2006-2011) editado por el Ministerio de Fomento, donde se publican datos de las licencias municipales concedidas (Gobierno de España, 2013a, 2013b), permitiendo estudiar todas las variables para el análisis tipológico (tabla 26).

AÑOS	Edificios de nueva planta							
	Edificios residenciales					Edificios no residenciales	Edificios a rehabilitar	Edificios a demoler
	Total	Total	Vivienda familiar	Residencia colectiva permanente	Residencia colectiva eventual			
2005	203.377	184.218	183.566	190	462	19.159	33.086	20.997
2006	230.044	208.631	208.016	306	309	21.413	35.856	28.480
2007	187.147	166.322	165.833	197	292	20.825	33.359	26.141
2008	93.678	79.752	79.467	126	159	13.926	34.807	14.573
2009	51.744	39.564	39.349	102	113	12.180	33.267	7.984
2010	44.781	35.110	34.317	183	610	9.671	31.910	8.084
2011	38.973	30.194	30.052	46	96	8.779	30.237	7.295
2012	28.956	21.038	20.923	29	86	7.918	29.154	6.941

Tabla 26. Número de edificios construidos en España de 2005-12 según tipo de obra. Fuente: Gobierno de España (2013)

Se observa que predominan los edificios de nueva planta frente a los de rehabilitación o demolición, y entre los edificios de nueva planta los residenciales suponen un 84% frente al 16% de los no residenciales. Estos datos justifican la

selección de edificios de nueva planta y de tipo residencial como "muestra" de estudio en esta Tesis Doctoral.

Tal y como indica Villoria (Villoria, 2014), los edificios de nueva planta de uso residencial presentan una superficie media alrededor de 80 m² para edificios en bloque, y un 55,03 % de los mismos tienen entre 4 y 6 plantas sobre rasante. La estructura vertical más habitual es la de hormigón armado (69,12%) y estructura horizontal con forjados unidireccionales (85,51%). Los cerramientos cerámicos y con revestimiento continuo son los más habituales (46,99% y 31,22% respectivamente) y la carpintería exterior predominante es la de aluminio (79,60%) (Villoria, 2014).

Una vez definido el modelo constructivo más característico, y partiendo de la base de datos de obras facilitada por la empresa constructora Arpada (www.arpada.net), se seleccionan 10 obras de edificación residencial en bloque, representando el citado modelo, construidas en la Comunidad de Madrid (ámbito en el que opera la constructora) entre los años 2009 y 2013, con soluciones constructivas similares (prácticamente la única variante significativa es la del uso de tabiquería seca/húmeda en divisiones). La tabla 27 resume el número de viviendas, situación, superficie construida, duración de las 10 obras y tipo de tabiquería:

Nombre	Nº Viviendas	Situación	M2 Construidos	Duración (meses)	Tabiquería
OB01	32	Vallecas	5.983,46	18	húmeda
OB02	32	Vallecas	5.983,46	16	húmeda
OB03	46	Navalcarnero	5.764,28	14	húmeda
OB04	59	Móstoles	11.395,71	15	seca
OB05	105	Móstoles	20.435,24	16	húmeda
OB06	154	Getafe	25.936,00	18	seca
OB07	156	Getafe	30.759,68	22	seca
OB08	171	Alcobendas	36.701,52	19	seca
OB09	192	Fuenlabrada	26.621,36	19	seca
OB10	226	Las Tablas	23.569,01	27	húmeda

Tabla 27. Resumen de obras analizadas.

Las obras seleccionadas suman un total de 1.173 viviendas con 193.149,72 m² construidos, lo que se supone una muestra considerablemente mayor que la del estudio de Llatas (Llatas, 2011), donde se analizaban todos los residuos generados en 20 viviendas en Andalucía, entre ellos los embalajes.

Los puntos a destacar en este apartado que aporta este trabajo frente a la tesis doctoral de Villoria (Villoria, 2014) son la relación que se establece entre el ratio de generación de residuos por m² con respecto al porcentaje de segregación alcanzado en las obras, y la evolución descriptiva en el tiempo de las densidades medias de RCD en los contenedores.

La información pormenorizada de cada obra se incluye en una ficha tipo diseñada para resumir las características, tipología y descripción de sistemas constructivos de las obras (fig. 37).

Denominación: N° VIV SIT						
Descripción:						
Situación:						
Tipología:						
Geometría:						
Plazo ejecución:						
N° Viviendas	N° Edificios	N° Portales	Planta	N°	Dependencias	
			P.Sótano			
			P.Baja			
			P.Tipo			
			P.Ático			
Superficies (m2)			Tipologías y características			
Parcela		N° Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas						
Garaje						
Trasteros						
Locales						
Porches						
B. Cubierta						
Total Suma	-	0				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN						
ESTRUCTURA						
CUBIERTAS						
FACHADA						
SOLADOS						
REVESTIMIENTOS						
CARP. EXTERIOR						
CARP. INTERIOR						
APARATOS Y GRIFERÍAS						
MECANISMOS ELÉCTRICOS						
CALDERA Y RADIADORES						
AIRE ACONDICIONADO						
OTRAS						
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.						

Figura 37. Ficha tipo.

A continuación, para cuantificar y categorizar los residuos de embalajes generados de manera experimental se analiza la gestión llevada a cabo por los equipos de obra a través del tratamiento estadístico de los datos reflejados en los albaranes de entrada a planta de los contenedores de las obras analizadas. Esto permitirá determinar la práctica actual llevada a cabo y el grado de segregación de residuos en las distintas obras. Por último se reflejará en gráficos la evolución descriptiva de las

densidades de los residuos en los contenedores, para comprobar las variaciones producidas durante las obras y determinar si tienen relación con la generación de REEC.

Una vez cuantificados y categorizados los residuos se realizará un estudio económico de la gestión de RCD realizada, con ayuda de los datos disponibles sobre los contenedores de las obras y sus precios, para determinar su viabilidad.

4.2. Metodología del OBJ 02: Identificación y localización.

En la segunda etapa se realiza una segunda cuantificación de REEC en las mismas obras mediante un procedimiento analítico que permite identificar los residuos de envases y embalajes y las fases en las que son generados.

Se requiere la identificación de los patrones de generación de residuos de embalajes, para localizar los productos clave. Dado el bajo grado de segregación observado en las obras, es preciso utilizar un método analítico.

El método analítico utilizado consiste en aislar las distintas categorías de residuo generadas en cada actividad (Katz y Baum, 2011), y se estructura en los siguientes puntos (Viloria, 2014):

A) Organización de los capítulos de obra: para permitir la comparación de los resultados obtenidos en las distintas obras analizadas, se organizan las unidades de obra en los siguientes capítulos, homogeneizando así los datos de todas las obras:

1. Acondicionamiento del terreno: movimiento de tierras, red de saneamiento y nivelación.
2. Cimentaciones: superficiales, profundas, regularización, encepados y contenciones.
3. Estructuras: hormigón armado.

4. Fachadas: fábricas y trasdosados, carpintería exterior, defensas de exteriores, remates de exteriores y vidrios.
5. Particiones: armarios, defensas interiores, puertas de entrada, puertas de paso, tabiques y ayudas.
6. Instalaciones: Infraestructura de telecomunicaciones, audiovisuales, calefacción climatización, eléctricas, fontanería, gas, iluminación, contra incendios, protección frente al rayo, evacuación de aguas, ventilación y transporte.
7. Aislamientos e impermeabilizaciones: aislamientos e impermeabilizaciones.
8. Cubiertas: planas y remates.
9. Revestimientos: alicatados, chapados y aplacados, escaleras, pinturas en paramentos, pinturas para uso específico, conglomerados tradicionales, sistemas monocapa, suelos y pavimentos, y falsos techos.
10. Señalización y equipamiento: baños, indicadores, marcados, rotulaciones y zonas comunes.
11. Urbanización interior: alcantarillado, iluminación exterior, jardinería, riego, piscinas, cerramientos exteriores, pavimentos exteriores y mobiliario urbano.

B) Identificación y cuantificación de los RCD generados: utilizando el software Arquímedes de Cype (Cype Ingenieros, v.2015a) y las mediciones de las obras, se consigue el valor de los siguientes parámetros ambientales, para las obras analizadas (Cype Ingenieros, 2013) (Fig. 38):

- ✓ Volumen (m^3) de RCD generado, clasificado de acuerdo con el código LER.
- ✓ Peso (kg) de RCD generado, clasificado de acuerdo con el código LER.

Estos parámetros ambientales se han determinado para cada uno de los capítulos y subcapítulos de las obras que componen los proyectos analizados y por agregación, para la totalidad de cada una de las obras.

III010 III Ud Luminaria, de 1276x1 114,000 40,79 4.650,06						
Código	Descripción	Peso (kg/Ud)	Densidad aparente (kg/l)	Volumen (l/Ud)	Peso total (kg)	Volumen total (l)
	Residuos gene					
	Envases					
15 01 01	Envases de paq	0,090	0,750	0,120	10,260	13,680
15 01 04	Envases metáli		0,600			
17 02 01	Madera.		1,100			
17 02 03	Plástico.	0,045	0,600	0,075	5,130	8,550
17 06 04	Materiales de ai		0,600			
	Subtotal	0,135	0,692	0,195	15,390	22,230
	Total	0,135	0,692	0,195	15,390	22,230

Figura 38. Detalle de residuos de embalaje aportado por Arquímedes para unidad de luminaria.

El resultado obtenido aportará la cuantificación en peso y volumen y la categorización de los tipos de residuos generados para las 10 obras analizadas; el detalle alcanzado con el método empleado conducirá a la obtención de una evolución descriptiva teórica de la generación de residuos de embalaje a lo largo de los distintos capítulos de la obra (del 01 al 11), lo que permitirá establecer los patrones de producción de cada uno de los distintos tipos de residuo de embalaje estudiados. El dato fundamental obtenido no será la cantidad concreta de cada residuo, dado que se trata de un procedimiento teórico aproximado, pero sí su proporción con respecto al resto, puesto que la ventaja del método analítico utilizado es aprovechar la distribución de las distintas tipologías de residuos en los capítulos de la obra, y su temporalización.

C) Identificación de productos clave como mayores generadores de residuos de embalaje: partiendo de los resultados del punto anterior, se señalarán los capítulos en los que se generan mayores cantidades de residuos de embalaje durante las obras, y se analizará en detalle dichos capítulos para identificar las unidades de obra y con ello los productos responsables de la existencia de los embalajes predominantes, a los que se denominará productos clave.

Al igual que en el primer punto, se completa el análisis de la gestión realizable con su valoración económica. Utilizando las proporciones obtenidas analíticamente, se valorará económicamente el coste de la gestión de RCD en un escenario con un alto

ratio de segregación de residuos de embalajes. Este escenario se contrastará con el estudio realizado en el estado del arte sobre las infraestructuras existentes, para comprobar su adecuación para asumir este tipo de gestión.

4.3. Metodología del OBJ. 03: Comparación de indicadores de gestión.

Una vez cuantificados los residuos generados en los dos puntos anteriores, se contrastan los resultados incorporando a la comparación los indicadores aportados en las investigaciones revisadas en el estado del arte. Los apartados 4.1. y 4.2. describen dos tipos de gestión de residuos: la llevada a cabo en diez obras de edificación residencial en bloque (mediante un método experimental), y una posible versión de la misma maximizando la segregación in situ (a través de un método analítico).

Los indicadores que describen ambas gestiones se comparan con los aportados por investigaciones anteriores, permitiendo evaluar la eficacia de la gestión real observada para las obras analizadas, y la eficiencia de la legislación que la regula.

4.4. Metodología del OBJ. 04: Cuantificación del impacto de un eventual eco-rediseño del envase o embalaje de un producto clave.

En la figura 3 de la introducción se describían esquemáticamente los impactos ambientales asociados a las distintas etapas del ciclo de vida de un producto.

El envase o embalaje aparece en la etapa de distribución, siendo imprescindible para transportar los productos a su destino final, junto con la energía requerida por el transporte utilizado. Los impactos producidos durante la etapa de distribución son residuos causados por los envases y embalajes, y emisiones al aire y al agua, fundamentalmente producidas por el transporte (fig. 39).



Figura 39. Detalle de Impacto ambiental en la fase de distribución. Fuente: Introduction to EcoReDesign, Center for Design at RMIT, 1997.

En el cuarto objetivo se plantea un trabajo de campo utilizando uno de los productos clave identificados en el punto 4.2: el cartón procedente de las cajas de los mecanismos de electricidad. Se realiza un estudio para cuantificar la diferencia entre distintos tipos de cajas de mecanismos eléctricos (enchufes e interruptores), para evaluar el posible alcance de un eventual eco-rediseño.

Se seleccionan productos de fabricantes distintos y se comparan utilizando el indicador K_r/K_p para evaluar si los embalajes de cartón predominantes en las obras analizadas pueden ser optimizados; para ello se acude a un distribuidor de mecanismos eléctricos y se comparan dos marcas diferentes de cajas de enchufes, por ser uno de los dos productos clave generadores de embalaje de cartón (el otro son los interruptores, y las cajas son muy similares).

4.5. Metodología del OBJ. 05: Factores que propician comportamientos favorables a la gestión de REEC.

Tras un estudio bibliográfico del tema se procederá a realizar entrevistas personales con responsables de empresas constructoras, con buenos resultados en gestión de residuos y se buscarán los factores que impulsan actitudes positivas hacia la segregación in situ y la gestión sostenible de los REEC.

El grado de segregación alcanzado en las distintas obras (analizado en el punto 4.1.) permitirá conocer el grado de implicación de los equipos de obra.

Esta información se ampliará mediante una entrevista en profundidad con el responsable de la empresa constructora que ejecutó las obras, para conocer las estrategias de formación y motivación implementadas y su interpretación de los resultados. Asimismo se visitará una obra singular con una destacable gestión de residuos en materia de REEC y se recogerá información de la empresa responsable para ampliar el abanico de estrategias implementadas.

4.6. Metodología del OBJ 06: Buenas prácticas para la gestión de REEC.

Tras el análisis de los resultados del punto anterior se plantean una serie de Buenas Prácticas particularizadas para cada uno de los agentes intervinientes en el proceso, que permitirán optimizar los resultados del procedimiento propuesto, especialmente en lo relativo a REEC.

Se materializarán las conclusiones obtenidas en forma de listado de buenas prácticas, dirigidas a cada participante en el proceso en función de su papel durante el mismo. Para ello se comienza con la identificación de los agentes intervinientes en el proceso edificatorio como destinatarios de las propuestas a plantear: fabricantes de los productos clave identificados, promotor, equipo de diseño, constructor y dirección facultativa.

Se plantearán buenas prácticas para cada uno de los agentes implicados:

- Los fabricantes de productos clave: optimización de envases y embalajes
- El promotor: fijar directrices al resto de agentes para minimizar los envases y embalajes y gestionarlos adecuadamente
- El equipo de diseño: seleccionar sistemas constructivos ambientalmente eficientes respecto a los REEC
- La empresa constructora: concienciar al personal de obra y a las subcontratas para segregar efectivamente los REEC y evitar envíos a vertedero
- La dirección facultativa: supervisar la correcta gestión de REEC de acuerdo con los procesos constructivos establecidos

4.7. Metodología del OBJ 07: Propuesta de procedimiento de gestión de REEC para su integración en el sistema de gestión de las empresas.

Se propone diseñar un procedimiento que implique a todos los agentes participantes en el proceso. Del estudio pormenorizado de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y de los procedimientos que se utilizan para la gestión de los RCD se concluye que en ningún caso éstos se centran en los REEC, lo que demuestra la necesidad de complementar los SGA existentes, diseñando un procedimiento específico para gestionar esta corriente de residuos, en un formato que facilite su integración en los mismos.

Los documentos que integran habitualmente el Sistema de Gestión de la Calidad de una empresa son los siguientes (Villoria, 2014):

- Manual: objetivos
- Procesos: procedimientos
- Actividades: instrucciones
- Registros: formatos, check lists, etc.

Los Principio Básicos de la Gestión de la Calidad de una empresa parten de la política y la estrategia de la misma (fig. 40). Tomando como referencia el gráfico de la fig. 40, el sistema de gestión de REEC que se propone parte de los parámetros planteados en el RD 105/2008, reforzando los requisitos que establecen los artículos 4 y 14. Para ello se considerará la reducción en origen mediante técnicas constructivas poco generadoras de residuos, la reducción del número de contenedores necesarios gracias al aumento de la densidad de los residuos que contienen, con el consiguiente ahorro en transporte y emisiones, y la necesaria implicación de los agentes en la obra para lograrlo.

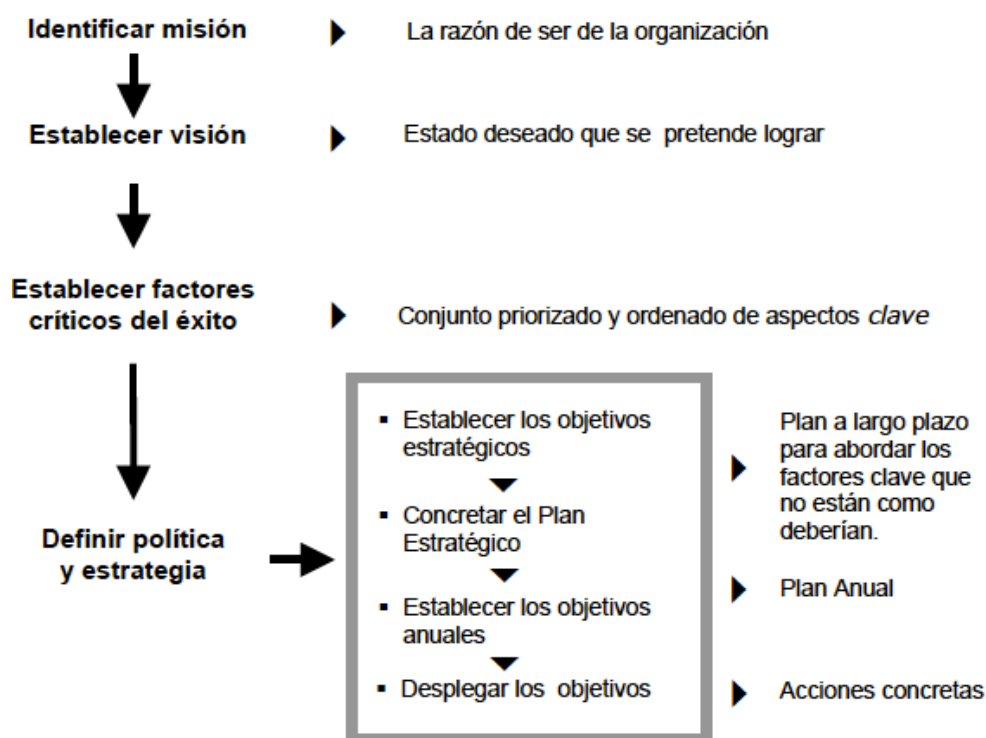


Figura 40. Proceso de definición de política y estrategia de una organización. M^g Fomento, 2005.

El escenario óptimo de gestión sería conseguir desviar de vertedero la totalidad de los residuos valorizables generados en la obra, entre los que se encuentran los REEC objeto de esta Tesis Doctoral, en los que se centra el procedimiento de gestión planteado, siguiendo el esquema de la fig. 41.

El resultado de la gestión de REEC se evalúa mediante el porcentaje de residuo que se consigue desviar de vertedero, considerado como fin último de una adecuada gestión de los residuos, al igual que proponen los sellos en sostenibilidad LEED, BREEAM y VERDE para los RCD. Esto permite a la empresa plantear objetivos factibles con la finalidad de alcanzar el Cero REEC a Vertedero.

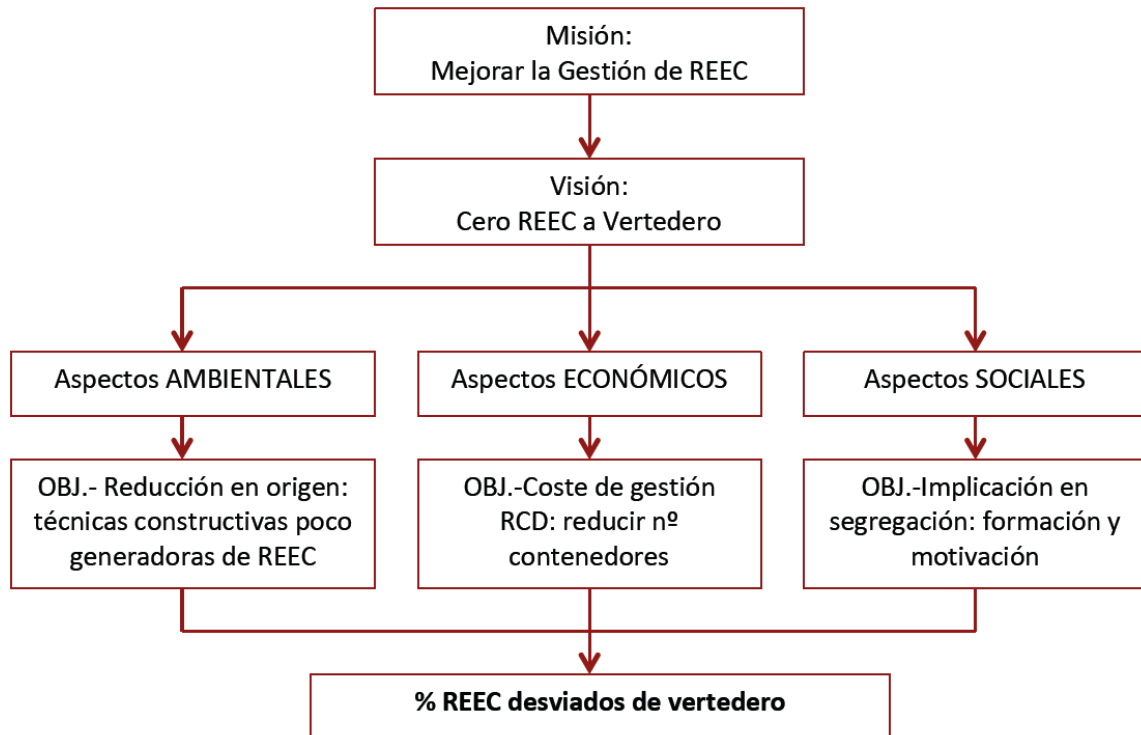


Figura 41. Esquema de diseño de indicador de eficiencia en la gestión de REEC

El procedimiento definido considera las particularidades del ámbito de la construcción, pero su estructura es fácilmente extrapolable al entorno de los residuos sólidos urbanos (RSU), ya que tan sólo implicaría adaptar los factores que afectan a cada uno de los tres aspectos que lo componen.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

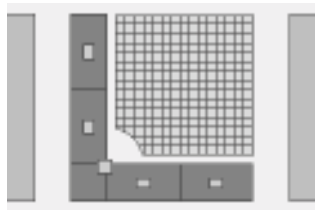
5.1. OBJ 01 Cuantificación y categorización de RCD.

El análisis de la gestión real para cuantificar y categorizar los residuos generados en las obras seleccionadas se organiza en dos fases: la primera considera los aspectos propios de la cuantificación mediante un estudio medioambiental y a continuación se realiza una valoración económica de la gestión realizada.

5.1.1. Análisis medioambiental en gestión "real".

Las obras seleccionadas para la investigación se describen en fichas resumen que detallan las características de las mismas; las figuras 42 a 51 muestran las fichas de las 10 obras analizadas.

Denominación:		01 OB	
Descripción:	32 Viviendas VPPL, Garajes y Trasteros		
Situación:	Parcela 5.20D PAU Ensanche Vallecas		
Tipología:	Medianera		
Geometría:	Según croquis:		
Plazo ejecución:	18 meses	jun-10 a dic-11	



Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias
32	1	3	P.Sótano	2	Garajes y trasteros
			P.Baja	1	Acceso y zonas comunes
			P.Tipo	4	Viviendas
			P.Ático	1	Viviendas

Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	1.381,17	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	3.540,52	2	2			2
Garaje	1.672,30	26	3	1		1
Trasteros	236,25	2	3			2
Locales	534,39	2	4	1		1
Porches	-					
B. Cubierta	-					
Total Suma	5.983,46	32				

Descripción de la obra	
CIMENTACIÓN	Pantalla pilotes, cimentación directa zapatas
ESTRUCTURA	Forjado unidireccional y losas macizas
CUBIERTAS	Cubiertas planas transitables y terrazas
FACHADA	Fachada ventilada porcelanosa+poliuretano+tabiq. Gran formato
SOLADOS	Pavimento laminado haya, gres porcelanosa baños y cocinas, gres porcelanosa zonas com.
REVESTIMIENTOS	Gran formato, yeso, falso techo escayola, pintura plástica lisa, gres porcelanosa
CARP. EXTERIOR	Aluminio lacado 1ª calidad con rotura de puente térmico
CARP. INTERIOR	Madera haya maciza pantografiada, armarios correderos modulares
APARATOS Y GRIFERÍAS	Sanitarios meridian y grifería monojet de roca, bañera contesa, ducha ontario-n
MECANISMOS ELÉCTRICOS	Simón 75, grupo electrógeno 44 kvas, iluminación liderlux, metalarte, iguzzini
CALDERA Y RADIADORES	Calefacción centralizada con caldera Vitoplex 300 TX3 de Viessmann, radiadores
AIRE ACONDICIONADO	Pre-instalación split
OTRAS	PCI, ascensor Schindler 3300, videoportero, gas central, ventilación vvdas, inst. solar,elec.
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.	Piscina

Figura 42. Ficha resumen Obra 01.

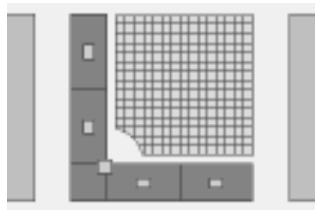
Denominación:		02 OB				
Descripción:	32 Viviendas VPPL, Garajes y Trasteros					
Situación:	Parcela 5.20A PAU Ensanche Vallecas					
Tipología:	Medianera					
Geometría:	Según croquis:					
Plazo ejecución:	16 meses	oct-10 a ene-12				
						
Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias	
32	1	3	P.Sótano	2	Garajes y trasteros	
			P.Baja	1	Acceso y zonas comunes	
			P.Tipo	4	Viviendas	
			P.Ático	1	Viviendas	
Superficies (m2)			Tipologías y características			
Parcela	1.381,17	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	3.540,52	2	2			2
Garaje	1.672,30	26	3	1		1
Trasteros	236,25	2	3			2
Locales	534,39	2	4	1		1
Porches	-					
B. Cubierta	-					
Total Suma	5.983,46	32				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN		Pantalla pilotes, cimentación directa zapatas				
ESTRUCTURA		Forjado unidireccional y losas macizas				
CUBIERTAS		Cubiertas planas transitables y terrazas				
FACHADA		Fachada ventilada porcelanosa+poliuretano+tabiq. Gran formato				
SOLADOS		Pavimento laminado haya, gres porcelanosa baños y cocinas, gres porcelanosa zonas com.				
REVESTIMIENTOS		Gran formato, yeso, falso techo escayola, pintura plástica lisa, gres porcelanosa				
CARP. EXTERIOR		Aluminio lacado 1ª calidad con rotura de puente térmico				
CARP. INTERIOR		Madera haya maciza pantografiada, armarios correderos modulares				
APARATOS Y GRIFERÍAS		Sanitarios meridian y grifería monojet de roca, bañera contesa, ducha ontario-n				
MECANISMOS ELÉCTRICOS		Simón 75, grupo electrógeno 44 kvas, iluminación liderlux, metalarte, iguzzini				
CALDERA Y RADIADORES		Calefacción centralizada con caldera Vitoplex 300 TX3 de Viessmann, radiadores				
AIRE ACONDICIONADO		Pre-instalación split				
OTRAS		PCI, ascensor Schindler 3300, videoportero, gas central, ventilación vvdas, inst. solar, telec.				
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.		Piscina				

Figura 43. Ficha resumen Obra 02.

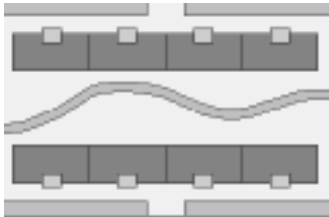
Denominación:		03 OB				
Descripción:	46 Viviendas VPPA, locales, trasteros y garajes					
Situación:	P.P. Sector I-9 Manzana 26, Navalcarnero					
Tipología:	Aislada					
Geometría:	Según croquis:					
Plazo ejecución:	14 meses	mar-09 a abr-10				
						
Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias	
46	1	3	P.Sótano	2	Garajes y trasteros	
			P.Baja	1	Acceso, viviendas	
			P.Tipo	3	Viviendas	
			P.Ático	0		
Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	5.739,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	3.203,73	2	1			1
Garaje	2.012,44	44	2	1		
Trasteros	464,73					
Locales	-					
Porches	83,38					
B. Cubierta	-					
Total Suma	5.764,28	46				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN	Zapatas tradicionales y muros de hormigón					
ESTRUCTURA	Forjado unidireccional vigueta semiresistente y losas de hormigón					
CUBIERTAS	Cubierta inclinada con teja, plana invertida y terrazas					
FACHADA	Ladrillo cara vista+poliuretano+tab. Gran formato, tabiquería tradicional en comunes					
SOLADOS	Tarima flotante AC4, gres cerámico cuartos húmedos, hormigón pulido garaje, baldosa hidráulica y gres en urbanización					
REVESTIMIENTOS	Tabiquería gran formato, guranecidos de yeso, pintura gotelé en viviendas, alicatados plaqueta cerámica					
CARP. EXTERIOR	Aluminio lacado monoblock, persiana de aluminio					
CARP. INTERIOR	Madera lisa chapada en roble y armarios correderos mismas características					
APARATOS Y GRIFERÍAS	Sanitarios serie media Jacob Delafon					
MECANISMOS ELÉCTRICOS	Simón 31					
CALDERA Y RADIADORES	Estanca euromax de junker, radiadores de aluminio dubal					
AIRE ACONDICIONADO	Pre-instalación					
OTRAS	PCI, ascensor, portero automático					
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.						

Figura 44. Ficha resumen Obra 03.

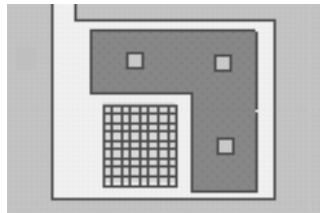
Denominación:		04 OB				
Descripción:	59 Viviendas, garaje y urbanización					
Situación:	Parcela 127 PAU-4 Sector Móstoles Sur					
Tipología:	Aislada					
Geometría:	Según croquis:					
Plazo ejecución:	15 meses	jun-11 a sep-12				
						
Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias	
59	1	4	P.Sótano	2	Garajes	
			P.Baja	1	Zonas comunes	
			P.Tipo	3 y 7	Viviendas	
			P.Ático	1	Viviendas	
Superficies (m2)			Tipologías y características			
Parcela	4.010,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	7.551,76	6	4	2	1	
Garaje	2.789,61	39	3	1		1
Trasteros	550,13	6	2	1		1
Locales		1	2	1	1	
Porches	504,21	2	2	1		
B. Cubierta		5	1	1		
Total Suma	11.395,71	59				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN		Zapatas tradicionales y muros de hormigón				
ESTRUCTURA		Forjado reticular y unidireccional in situ y losas macizas				
CUBIERTAS		Cubiertas planas transitables y terrazas				
FACHADA		Hidrofugado + poliuretano + pladur, tabiquería tradicional en comunes				
SOLADOS		Tarima flotante tipo pergo, gres porcelánico, gres 1ª en baños y cocinas				
REVESTIMIENTOS		Pladur, pintura temple en viviendas, lamichapa en portales				
CARP. EXTERIOR		Aluminio lacado 1ª calidad lacado monoblock				
CARP. INTERIOR		Carpintería chapada en haya y armarios maleteros enterizos en haya				
APARATOS Y GRIFERÍAS		Sanitarios y grifería gama media				
MECANISMOS ELÉCTRICOS		Simón				
CALDERA Y RADIADORES		Caldera estanca condensación y radiadores aluminio				
AIRE ACONDICIONADO		Pre-instalación				
OTRAS		PCI, ascensor, videoportero, domótica, iluminación				
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.		Piscina, padel, juegos infantiles, mobiliario urbano, jardinería				

Figura 45. Ficha resumen Obra 04.

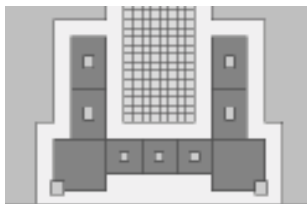
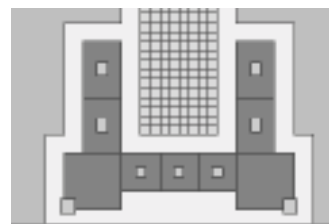
Denominación:		05 OB				
Descripción:	105 Viviendas, garajes y trasteros					
Situación:	Parcelas 33-34-35 PAU Sur Móstoles					
Tipología:	Aislada					
Geometría:	Según croquis:					
Plazo ejecución:	16 meses	jul-09 a oct-10				
						
Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias	
105	2	3	P.Sótano	2	Garajes y trasteros	
			P.Baja	1	Viviendas	
			P.Tipo	5	Viviendas	
			P.Ático	1	Azotea	
Superficies (m2)			Tipologías y características			
Parcela	4.810,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	12.045,86	77	3	1		1
Garaje	6.877,06	12	4	1		1
Trasteros	1.087,09	3	2	1		
Locales		7	1	1		
Porches	425,23	6	2	1		1
B. Cubierta						
Total Suma	20.435,24	105				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN			Pantalla de pilotes CPI-7, cimentación directa, zapatas, muros de hormigón 2 caras			
ESTRUCTURA			Forjado unidireccional 25+5 burlidan arlita			
CUBIERTAS			Cubiertas planas, formación de pendientes de arlita e impermeabilización bicapa			
FACHADA			Cara vista klinker y trasdós hueco sencilo+poliuretano, chapa aluminio entre ventanas, deploye en planta baja			
SOLADOS			Cuarzo gris en garaje, tipo pergo en viviendas, pasarelas acceso viviendas tennisquick			
REVESTIMIENTOS			Pintura gotelé en viviendas, texturgass en comunes, vierteaguas de hormigón polímero			
CARP. EXTERIOR			Carpintería RPT monoblock			
CARP. INTERIOR			Puerta entrada acorazada lacada bicolor, puertas de paso macizza DM lisa terminada haya, armarios modulares			
APARATOS Y GRIFERÍAS			Sanitarios victoria y grifería monodín de roca			
MECANISMOS ELÉCTRICOS			BJC Iris			
CALDERA Y RADIADORES			Calefacción centrallizada con 3 calderas de roca, radiadores de chapa manaut			
AIRE ACONDICIONADO			No			
OTRAS			PCI, ascensores, videoportero, gas y ventilación forzada en viviendas			
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.			Piscina			

Figura 46. Ficha resumen Obra 05.

Denominación:	06 OB
Descripción:	154 Viviendas
Situación:	Parcelas A10-1 y A10-2 Sector PP03 Getafe
Tipología:	Aislada
Geometría:	Según croquis:
Plazo ejecución:	18 meses ene-10 a oct-11



Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias
154	1	8	P.Sótano	2	Garajes
			P.Baja	1	Acceso, locales y viviendas
			P.Tipo	5	Viviendas
			P.Ático	1	Viviendas

Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	4.550,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	17.219,38	58	2	1		1
Garaje	6.400,01	62	3	1		1
Trasteros	1.406,62	24	4	1		1
Locales	909,99	10	5	1		2
Porches						
B. Cubierta						
Total Suma	25.936,00	154				

Descripción de la obra	
CIMENTACIÓN	Pantalla perimetral pilotes CPI-7, zapatas y solera 20cm, relleno 1m con arena de miga del vaso interior
ESTRUCTURA	Losa desde 30 a 45 cm de canto, forjado unidireccional 25+5
CUBIERTAS	Cubiertas planas con pte 10 cm. de arlita, impermeabilización bicapa
FACHADA	Ladrillo cara vista, sistema caparol, trasdosado de pladur
SOLADOS	Parquet de roble pegado, gres cuartos húmedos, baldosa hidráulica granallada en galerías, microaglomerado en sótano
REVESTIMIENTOS	Pladur, pintura temple liso
CARP. EXTERIOR	Aluminio lacado con rotura de puente térmico
CARP. INTERIOR	Puerta lisa rechapada en roble, armarios correderos
APARATOS Y GRIFERÍAS	Sanitarios victoria y grifería monodín de roca
MECANISMOS ELÉCTRICOS	Merlín Gerin, SM100 color blanco
CALDERA Y RADIADORES	Sistema centralizado con radiadores de aluminio rayco
AIRE ACONDICIONADO	No
OTRAS	PCI, 8 ascensores, portero electrónico, sistema de cogeneración de electricidad
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.	Piscina

Figura 47. Ficha resumen Obra 06.

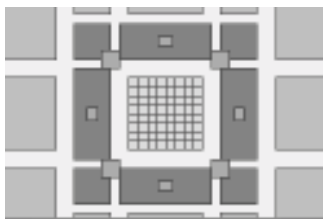
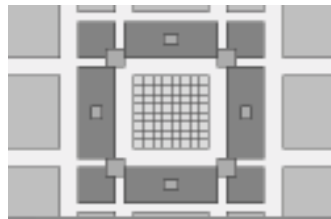
Denominación:		07 OB				
Descripción:	156 Viviendas					
Situación:	Parcela A8 Sector PP02 Los Molinos, Getafe					
Tipología:	Aislada					
Geometría:	Según croquis:					
Plazo ejecución:	22 meses	jun-10 a mar-12				
						
Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias	
156	1	14	P.Sótano	2	Garajes y trasteros	
			P.Baja	1	Trasteros, acceso y viviendas	
			P.Tipo	4	Viviendas	
			P.Ático	1	Viviendas	
Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	8.000,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	18.668,62	156	3	1		1
Garaje	9.349,54					
Trasteros	1.573,45					
Locales						
Porches	1.168,07					
B. Cubierta						
Total Suma	30.759,68	156				
Descripción de la obra						
CIMENTACIÓN		Pantalla pilotes CPI-7, cimentación directa zapatas y muros de hormigón 2 caras				
ESTRUCTURA		Losa maciza sótano y baja, forjado unidireccional 25+5 resto de plantas				
CUBIERTAS		Cubiertas planas asfálticas				
FACHADA		Ladrillo cara vista ventilado, chapa aluminio entre ventanas, poliuretano+pladur				
SOLADOS		Gres porcelánico en viviendas, granito en portales, gres porcelánico en resto comunes				
REVESTIMIENTOS		Pladur, pintura texturglass en comunes, plástica en viviendas				
CARP. EXTERIOR		Aluminio lacado rpt con persianas, celosía de aluminio en tendederos				
CARP. INTERIOR		Carpintería artevi rechapada en roble, armarios abatibles modulares				
APARATOS Y GRIFERÍAS		Sanitarios D-Code de duravit y griferías monomando de Tres				
MECANISMOS ELÉCTRICOS		Simón 27				
CALDERA Y RADIADORES		Caldera mixta de Hermann modelo Máster Condens 26 para agua caliente y suelo radiante				
AIRE ACONDICIONADO		No				
OTRAS		PCI, ascensores, videoportero				
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.						

Figura 48. Ficha resumen Obra 07.

Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	8.000,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	19.637,70	34	2	1		1
Garaje	13.323,30	102	3	1		1
Trasteros	1.465,39	1	4	1		1
Locales	1.263,76	5	1	1		
Porches	1.011,37	27	2	1		
B. Cubierta		2	4	2	1	
Total Suma	36.701,52	171				

Descripción de la obra	
CIMENTACIÓN	Pantalla pilotes CPI-7, cimentación directa zapatas y muros de hormigón
ESTRUCTURA	Forjado reticular, unidireccional y losas macizas
CUBIERTAS	Cubiertas plantas transitables y terrazas
FACHADA	Cara vista, piedra arenisca ventilada+poliuretano+pladur
SOLADOS	Tarima flotante de roble, mármol comunes, gres
REVESTIMIENTOS	Pladur, pintura plástica, mármol nacional en comunes
CARP. EXTERIOR	Aluminio lacado rpt versa2 1ª calidad
CARP. INTERIOR	Madera roble docavi armarios abatibles maleteros modulares
APARATOS Y GRIFERÍAS	
MECANISMOS ELÉCTRICOS	
CALDERA Y RADIADORES	
AIRE ACONDICIONADO	
OTRAS	PCI, ascensor, videoportero, preinstalación domótica, jardinería y mobiliario urbano
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.	Piscina

Denominación:		09 OB	
		9	
Descripción:	192 Viviendas, garaje, trasteros y locales		
Situación:	Parc.15.1y2 Sect. PPII-2 y APR-12 Fuenlabrada		
Tipología:	Aislada		
Geometría:	Según croquis:		
Plazo ejecución:	19 meses	abr-11 a oct-12	



Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias
192	3	9	P.Sótano	2	Garajes y trasteros
			P.Baja	1	Viviendas y locales
			P.Tipo	5	Viviendas
			P.Ático	1	Viviendas

Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	8.000,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	17.064,68	15	1	1		
Garaje	6.834,88	63	2	1		1
Trasteros	1.244,05	12	2	1		
Locales	1.194,55	102	3	1		1
Porches	283,20					
B. Cubierta						
Total Suma	26.621,36	192				

Descripción de la obra	
CIMENTACIÓN	Muros tradicionales 2 caras, cimentación directa zapatas
ESTRUCTURA	Reticular casetones recuperables 25+10 y unidireccional 30+5 sobre rasante
CUBIERTAS	Cubiertas planas transitables y terrazas
FACHADA	Ladrillo cara vista, enfoscado+poliuretano+placas yeso alveolar
SOLADOS	Tarima flotante AC4, granito portales y gres en viviendas, terrazo en comunes
REVESTIMIENTOS	Pintura plástica lisa, granito en comunes
CARP. EXTERIOR	Aluminio lacado 1ª calidad con rotura de puente térmico
CARP. INTERIOR	Madera roble uniarte mod. Mara, armarios correderos modulares
APARATOS Y GRIFERÍAS	
MECANISMOS ELÉCTRICOS	
CALDERA Y RADIADORES	Individual
AIRE ACONDICIONADO	No
OTRAS	PCI, ascensor
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.	Piscina adultos e infantil, padel cristal, césped e iluminación

Figura 50. Ficha resumen Obra 09.

Denominación: 10 OB

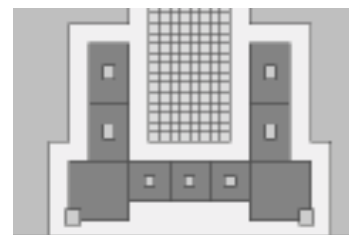
Descripción: 226 Viviendas VPP, garajes, locales y piscina

Situación: Parcela A12 del PAU "Las Tablas"

Tipología: Medianera

Geometría: Según croquis:

Plazo ejecución: 27 meses ago-09 a oct-11



Nº Viviendas	Nº Edificios	Nº Portales	Planta	Nº	Dependencias
226	2	8	P.Sótano	2	Garajes y trasteros
			P.Baja	1	Viviendas y zonas comunes
			P.Tipo	6	Viviendas
			P.Ático	1	Azotea

Superficies (m2)		Tipologías y características				
Parcela	4.869,00	Nº Viviendas	Dormitorios	Baños	Aseos	Aseo C/D
Viviendas	15.081,55	113	1	1		
Garaje	5.173,97	52	1			1
Trasteros	1.794,51	55	2			2
Locales	493,16	6	3			2
Porches	1.025,82					
B. Cubierta						
Total Suma	23.569,01	226				

Descripción de la obra	
CIMENTACIÓN	Pantalla pilotes 45/55 cm, cimentación por zapatas, muros de hormigón a 1 y 2 caras
ESTRUCTURA	Forjado reticular 25+5 casetones y 25+5 unidireccional vig. In situ losas de hormigón armado de 20,25 uy 35 cm.
CUBIERTAS	Cubiertas planas transitables y grava
FACHADA	Fachada ladrillo cerámico+monocapa y ladrillo visto 0,18 de HDR aislamiento térmico poliuretano proyectado y trasdosado gran formato
SOLADOS	Laminado Pergo AC4, gres en cocinas y baños, gres rustico en terrazas, terrazo en zzcc, pavimento continuo cuarzo en garaje
REVESTIMIENTOS	Interior pintura plástica lisa color, alicatados cerámicos, pástica color en zonas comunes
CARP. EXTERIOR	Carpintería aluminio lacado rpt serie Viking de Hydro c/persiana monoblock en aluminio
CARP. INTERIOR	Carpintería lisa rechapada en hay, frentes de armarios con mismo acabado
APARATOS Y GRIFERÍAS	Lavabo mural modelo oDiveria de Roca en color blanco, grifo monomando serie Targa
MECANISMOS ELÉCTRICOS	Jung LS990 blanco alpino
CALDERA Y RADIADORES	Individual por gas mod. Cointra essential 24E y 113 viviendas eléctrica radiadores eléctricos
AIRE ACONDICIONADO	Preinstalación tipo split
OTRAS	PCI, gas, ventilación mecánica viviendas, jardinería, mobiliario urbano
PISCINA / INSTALAC. DEPORT.	Piscina adultos, jardinería

Figura 51. Ficha resumen Obra 010.

Se observa que todas las obras tienen en común la estructura de hormigón armado, cubierta plana (excepto una que también tiene inclinada) y carpintería exterior de aluminio, y en el interior pavimentos de madera y cerámicos y carpintería de madera; las variantes entre los proyectos, más relevantes, en relación con RCD son las particiones, que en un 50% de las obras se realizan con ladrillo de gran formato y en el resto con placas de yeso laminado. Siete de las obras tienen cimentación por pilotes y tres muros de hormigón; siete de las obras resuelven su fachada con ladrillo cara vista, y tres tienen fachada ventilada.

Las obras fueron ejecutadas por la misma empresa constructora pero por distintos equipos de obra. La gestión real se describe a través de la recopilación de los datos reflejados en los albaranes y certificados de las plantas gestoras de los RCD (fig. 52). Se recogen a modo de muestra los datos de la obra OB06 en el Anexo 1, y en un fichero informático el conjunto de la muestra, debido a su extensión.

UTE Planta de Navalcarnero
CIF: G-84428812

ALBARÁN DE ADMISION

Albarán local: 107098 Albarán central: 1473529
Fecha de impresión: 18/12/2008 08:13:35 Estado de transacción: Cerrado

Matrícula: 3200FKH

Origen: MACOTRAN, S.L.
Transportista: MACOTRAN, S.L.
Destino: CTIRCD. Navalcarnero

Material: RCD mezclado

Peso de entrada (kg): 17.360	Fecha de entrada: 18/12/2008 08:05:15
Peso de salida (kg): 10.180	Fecha de salida: 18/12/2008 08:13:32
Peso neto (kg): 7.180	
volumen (m³): 6,00	Densidad (t/m³): 1,197

Firma del centro Firma del transportista

UTE PLANTA DE NAVALCARNERO
C.I.F. G-84428812

CTIRCD. NAVALCARNERO
tra. M-600, km 45, 700 - 28600 Navalcarnero - Tel. 918101056 Fax 918101065

Figura 52. Ejemplo de albarán de admisión de contenedor en Planta de Navalcarnero.

En la tabla 28 se resumen los datos registrados por la constructora en base a los certificados de las plantas, indicándose para todas las obras (eje vertical) y los

distintos tipos de residuos segregados in situ (eje horizontal) los siguientes parámetros:

- Nº de contenedores de cada tipo, para cada obra
- Densidad media de los contenedores
- Peso total de los contenedores
- Porcentaje que supone dentro de cada obra

Obra	Concepto	Hormigón y cerámicos	Tejas y cerámicos	Hormigón	Plástico	Arena	Papel	Madera	Tierra	RCD Mezclado	Total Residuos
OB01	Nº Contenedores					1				207	208
	Densidad media					1,467				0,786	0,79
	Total peso					8.800				976.582	985.382
	%					0,89%				99,11%	100,00%
OB02	Nº Contenedores									168	168
	Densidad media									0,702	0,70
	Total peso									707.920	707.920
	%									100,00%	100,00%
OB03	Nº Contenedores									159	159
	Densidad media									0,6	0,60
	Total peso									571.940	571.940
	%									100,00%	100,00%
OB04	Nº Contenedores	3	1	8				4	3	302	321
	Densidad media	1,126	0,803	1,418				0,07	1,35	0,728	0,75
	Total peso	20.260	4.820	68.060				2.180	24.300	1.319.920	1.439.540
	%	1,41%	0,33%	4,73%				0,15%	1,69%	91,69%	100,00%
OB05	Nº Contenedores		3	1	5			10	8	534	561
	Densidad media		1,116	1,027	0,063			0,09	1,304	0,78	0,77
	Total peso		20.080	6.160	570			9.760	62.580	2.234.020	2.333.170
	%		0,86%	0,26%	0,02%			0,42%	2,68%	95,76%	100,00%
OB06	Nº Contenedores		1	1				3		494	499
	Densidad media		0,87	1,15				0,164		0,697	2,88
	Total peso		5.220	6.900				2.960		2.234.580	2.249.660
	%		0,23%	0,31%				0,13%		99,33%	100,00%
OB07	Nº Contenedores							3		780	783
	Densidad media							0,413		0,594	0,59
	Total peso							7.440		2.895.329	2.902.769
	%							0,26%		99,74%	100,00%
OB08	Nº Contenedores							1		934	935
	Densidad media							0,162		0,641	0,64
	Total peso							3.560		3.676.592	3.680.152
	%							0,10%		99,90%	100,00%
OB09	Nº Contenedores		1	5				2	1	920	929
	Densidad media		1,037	0,749				0,243	1,247	0,559	0,56
	Total peso		6.229	22.460				2.920	7.480	3.083.260	3.122.349
	%		0,20%	0,72%				0,09%	0,24%	98,75%	100,00%
OB10	Nº Contenedores		1	5		6		1	2	818	833
	Densidad media		1,147	1,366		0		0,478	1,403	0,625	0,63
	Total peso		6.880	40.980		0		2.866	16.840	2.903.379	2.970.945
	%		0,23%	1,38%		0,00%		0,10%	0,57%	97,73%	100,00%

Tabla 28. Resumen de datos de albaranes de RCD para las obras analizadas.

En la columna "RCD Mezclado" se reflejan los contenedores registrados como residuo mezclado.

Se puede observar que en dos de las obras (OB02 y OB03) todo el RCD se ha incluido en el tipo "RCD Mezclado", lo que indica que la segregación in situ ha sido nula. En el resto de obras existen distintos niveles de segregación, aunque en todos los casos con porcentajes muy bajos. Para obtener el nivel de segregación alcanzado en cada una de las obras se tomó como referencia los porcentajes correspondientes a la cantidad de RCD Mezclado, señalados en gris, y su diferencia hasta la totalidad, será el grado de segregación alcanzado (tabla 29):

n	S
OB01	0,89%
OB02	0,00%
OB03	0,00%
OB04	8,31%
OB05	4,23%
OB06	0,67%
OB07	0,26%
OB08	0,10%
OB09	1,25%
OB10	2,27%

Tabla 29. Nivel de segregación [S] en las obras analizadas

La información reflejada en la tabla 29 permite confirmar el bajo nivel de segregación in situ conseguido en las obras, donde el mejor resultado alcanza el 8,31% en la obra OB04. Por otro lado, se calcula el ratio de generación total de residuos normalizado por unidad de superficie, para las obras analizadas (tabla 30):

Nombre	M2 Construidos	Total RCD (kg)	Ratio RCD (kg/m ²)
OB01	5.983,46	985.382	164,68
OB02	5.983,46	707.920	118,31
OB03	5.764,28	571.940	99,22
OB04	11.395,71	1.439.540	126,32
OB05	20.435,24	2.332.600	114,15
OB06	25.936,00	2.249.660	86,74
OB07	30.759,68	2.902.769	94,37
OB08	36.701,52	3.680.152	100,27
OB09	26.621,36	3.122.349	117,29
OB10	23.569,01	2.970.945	126,05
Media			114,74

Tabla 30. Ratio de generación de RCD por unidad de superficie en las obras analizadas.

A continuación, en la figura 53 se representan gráficamente el nivel de segregación alcanzado en las obras y el ratio de generación de residuo en peso unificado por unidad de superficie, para todas las obras:

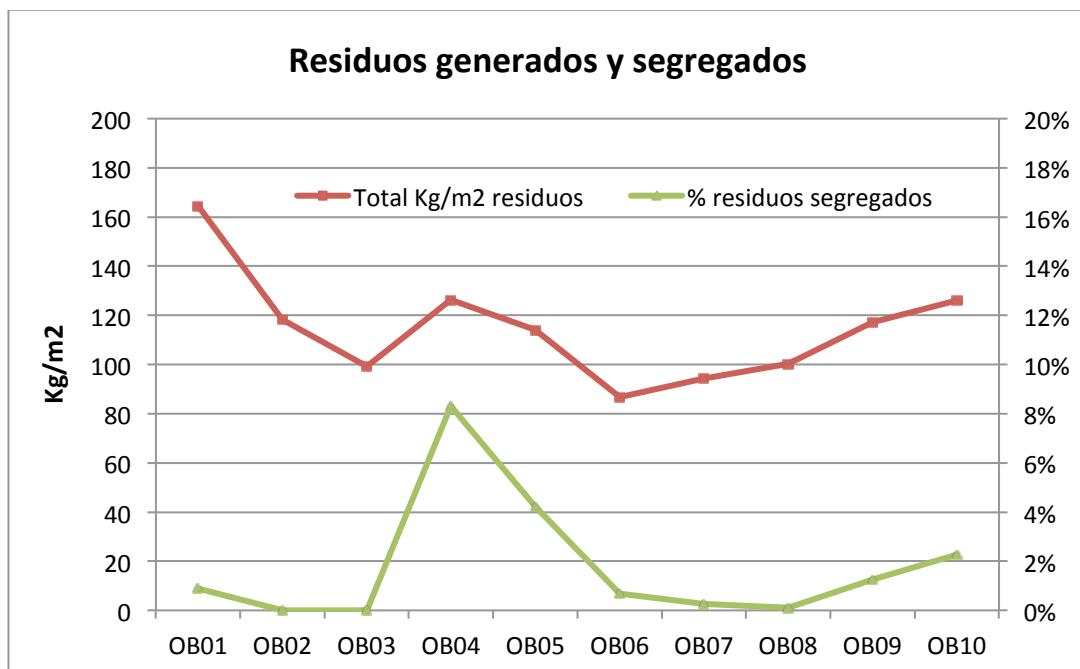


Figura 53. Resumen de gestión real: ratio de generación de RCD y segregación en obra.

Los gráficos obtenidos para describir la gestión real demuestran que el cumplimiento de la normativa actual en materia de RCD no garantiza su óptima gestión, y en particular tampoco de los residuos de envases y embalajes, que a pesar de ser reciclables no se aprovechan debidamente, debido en parte a su escaso valor económico, cuestión que ya refería anteriormente Tam (Tam et al, 2006).

Continuando con la metodología establecida, el siguiente paso es reflejar de manera gráfica la evolución de la densidad media de los residuos en los contenedores de las obras analizadas, para determinar si tiene relación con la generación de REEC. Se colocan las obras de ladrillo en la columna de la izquierda, y las de yeso laminado en el lado derecho (fig. 54 y 55):

Densidades medias de contenedores

OBRAS DE TABIQUERÍA CERÁMICA

OBRAS DE YESO LAMINADO

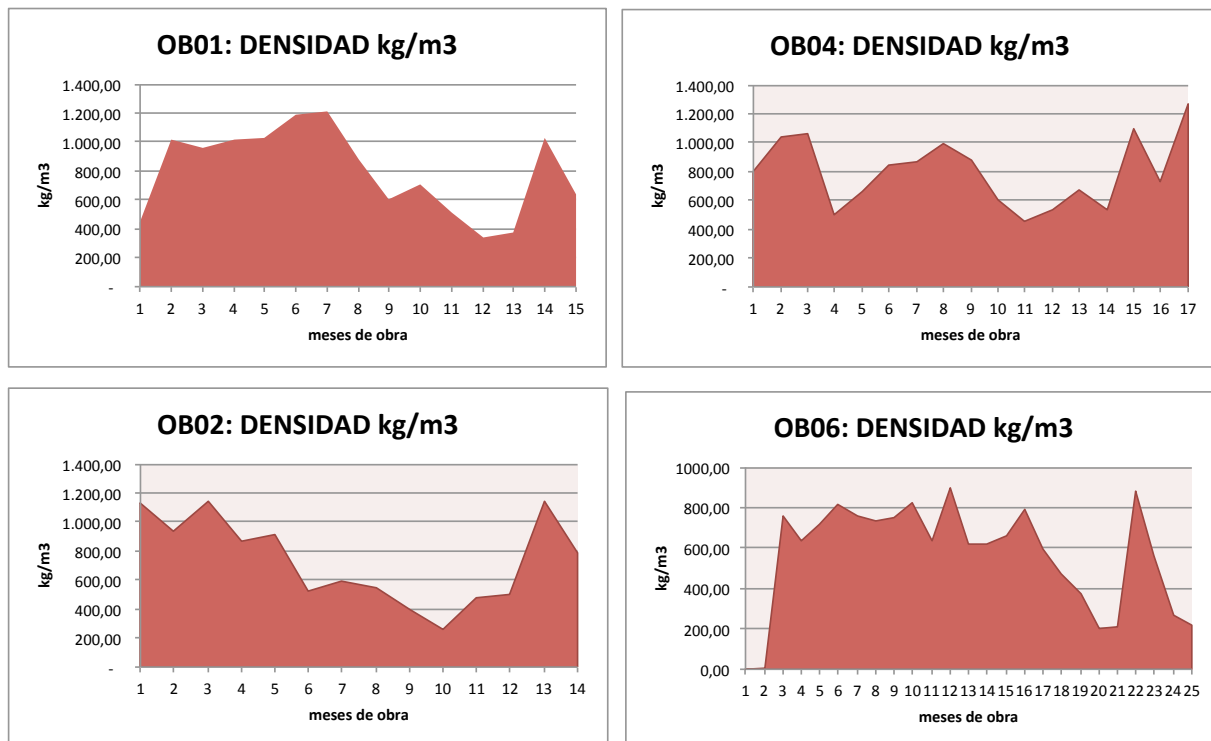


Figura 54. Gráficos de evolución descriptiva densidades medias de RCD en obras analizadas.

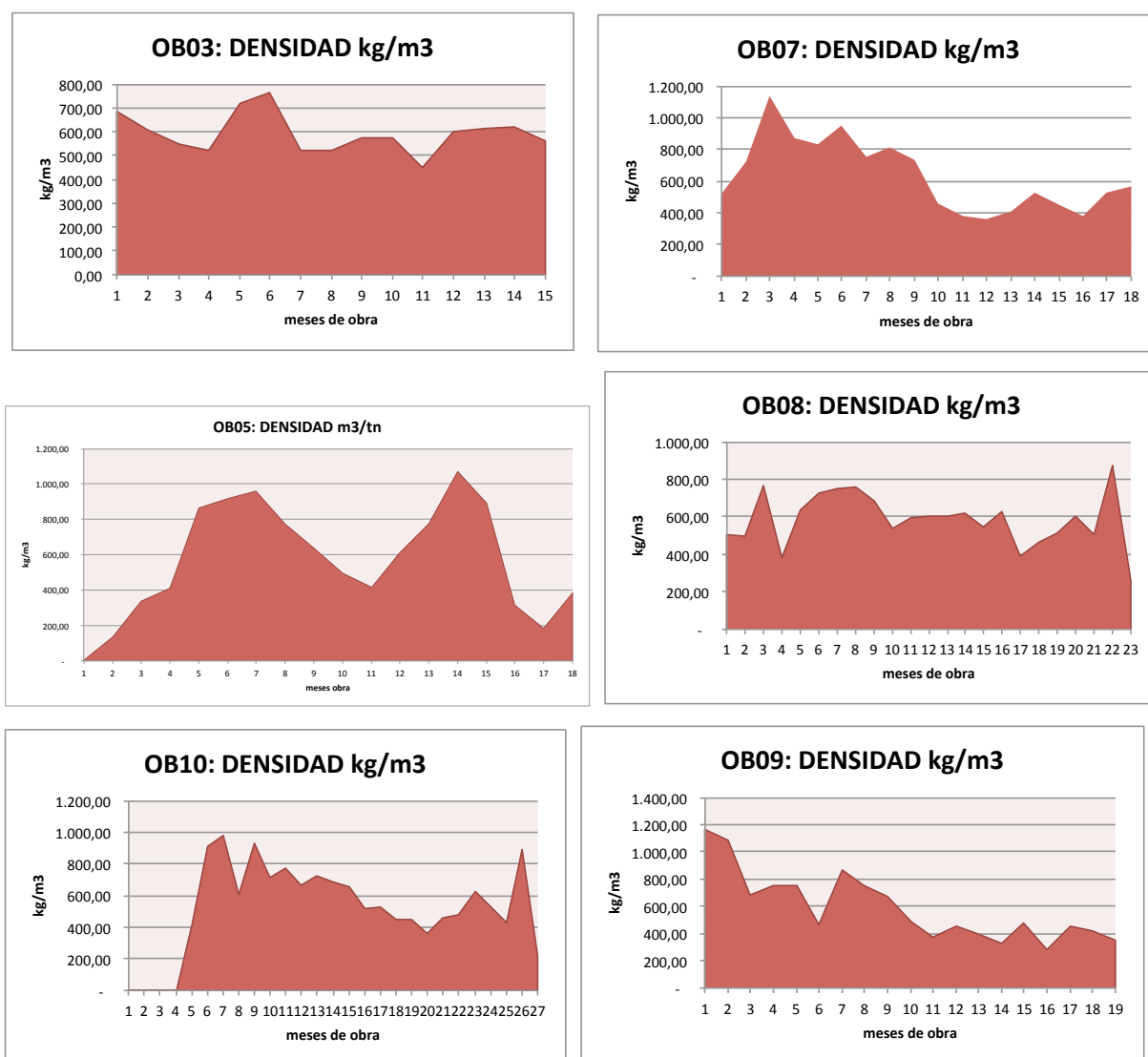


Figura 55. Gráficos de evolución descriptiva densidades medias de RCD en obras anallizadas.

La representación gráfica de la evolución de densidades de los contenedores de las obras no permite obtener ninguna conclusión relevante: su evolución en las distintas obras parece mostrar una tendencia al descenso a partir de la mitad de la obra, pero no se cumple en todos los casos, y en algunos después de descender vuelve a aumentar al final de la obra. No se puede por tanto identificar acumulación de REEC a partir de las densidades de los contenedores registradas a lo largo de los meses de obra.

Villoria en su tesis incluye gráficos que distribuyen los RCD generados agrupados en etapas correspondientes a las fases citadas en la metodología: dichos resultados

muestran que las actividades que más RCD global generan son albañilería y acabados, y las tipologías de RCD predominantes son restos de ladrillo y material cerámico, yeso, hormigón y madera (Villoria, 2014). Aunque incluye la madera, no hace mención a los otros dos principales materiales de embalajes: cartón y plástico, ni tampoco identifica las unidades que los producen, al tratar la globalidad de los residuos.

Tras analizar la evolución de las densidades de los contenedores se decide representar de manera gráfica el nivel de segregación alcanzado en relación con el mes de comienzo de la obra, para comprobar si existe algún patrón de mejora con el paso del tiempo, y se comprueba que no hay una diferencia explícita que lo ratifique, ya que aunque la última obra en comenzar consigue un porcentaje algo mayor de segregación, se mantiene dentro de un rango mínimo, por debajo del 10% (fig. 56):

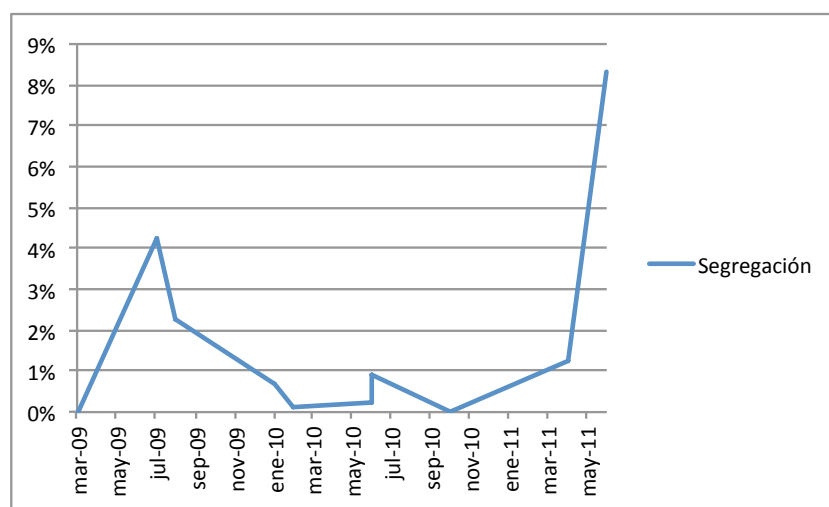


Figura 56. Nivel de segregación alcanzado según la cronología de comienzo de las obras.

5.1.2. Análisis económico de la gestión "real".

Para llevar a cabo la valoración económica de la gestión de RCD realizada, se comprueba que dentro del fichero aportado por la constructora con el registro de los contenedores de cada una de las obras, uno de los datos reflejados es el coste de cada uno, por lo que utilizando dichos datos se puede cuantificar el costo de la gestión realizada, resumida en la siguiente tabla:

Obra	Volumen cont.	Tipo residuo	Nº	Precio ud.	Coste
OB01	6	RCD	212	81	17.172
OB01	6	Arena río	1	81	81
TOTAL OB01					17.253
OB02	6	RCD	162	81	13.122
OB02	6	RCD	6	70	420
TOTAL OB02					13.542
OB03	6	RCD	119	104	12.376
OB03	6	RCD	40	90	3.600
TOTAL OB03					15.976
OB04	6	LER 17 01 07	3	70	210
OB04	6	Tejas	1	70	70
OB04	6	Hormigón	8	70	560
OB04	9	Madera	4	113	452
OB04	6	Tierras	3	70	210
OB04	9	RCD	2	113	226
OB04	6	RCD	39	81	3.159
OB04	6	RCD	270	70	18.900
TOTAL OB04					23.787
OB05	9	Plásticos	3	140	420
OB05	9	Plásticos	2	81,14	162
OB05	22	Madera	2	180	360
OB05	9	Madera	9	81,14	730
OB05	6	Tierras	8	81	648
OB05	6	Tejas y ceramicos	3	81	243
OB05	6	RCD	64	99	6.336
OB05	6	RCD	451	81	36.531
OB05	9	RCD	16	113	1.808
OB05	6	Hormigón	1	81	81
TOTAL OB05					47.320
OB06	6	RCD	495	81	40.095
OB06	6	Madera	3	81	243
OB06	22	RCD	14	261	3.654
OB06	6	Tejas	1	81	81
OB06	6	Hormigón	1	81	81
TOTAL OB06					44.154
OB07	6	RCD	628	81	50.868
OB07	6	RCD	20	70	1.400
OB07	9	RCD	134	116	15.544
OB07	6	Madera	3	81	243
OB07	22	RCD	1	288	288
TOTAL OB07					68.343
OB08	6	RCD	250	90	22.500
OB08	6	RCD	668	81	54.108
OB08	22-25-30	RCD	5	180	900
OB08	22	RCD	9	138	1.242
OB08	22	RCD	15	288	4.320
OB08	30	RCD	2	350	700
OB08	6	Madera	1	90	90
TOTAL OB08					83.860

Tabla 31a. Resumen de gestión económica de RCD realizada en las obras analizadas.

Obra	Volumen cont.	Tipo residuo	Nº	Precio ud.	Coste
OB09	6	RCD	569	81	46.089
OB09	6	RCD	359	70	25.130
OB09	6	Hormigón	3	81	243
OB09	6	Maderas	1	81	81
OB09	6	Hormigón	2	70	140
OB09	6	Maderas	1	70	70
OB09	6	Tierras	1	70	70
OB09	6	Tejas	1	70	70
TOTAL OB09					71.893
OB10	6	RCD	54	99	5.346
OB10	6	RCD	773	81	62.613
OB10	3	Arena de río	6	96	576
OB10	6	Hormigón	5	81	405
OB10	6	Tierras	2	81	162
OB10	6	Tejas y ceramicos	1	81	81
OB10	6	Madera	1	81	81
TOTAL OB10					69.264

Tabla 31b. Resumen de gestión económica de RCD realizada en las obras analizadas.

El análisis de la tabla 31 conduce a un primer resultado, consistente en el ratio del coste de la gestión de RCD con respecto a la superficie construida de las obras estudiadas:

Obra	Superficie	Coste RCD	Ratio €/m2
OB01	5.983,46	17.253,00	2,88
OB02	5.983,46	13.542,00	2,26
OB03	5.764,28	15.976,00	2,77
OB04	11.395,71	23.787,00	2,09
OB05	20.435,24	47.319,54	2,32
OB06	25.936,00	44.154,00	1,70
OB07	30.759,68	68.343,00	2,22
OB08	36.701,52	83.860,00	2,28
OB09	26.621,36	71.893,00	2,70
OB10	23.569,01	69.264,00	2,94
Media OB01-10			2,42

Tabla 32. Ratio coste gestión RCD por m2 construido.

Se observa en la tabla 32 la escasa dispersión en coste existente en las distintas obras para la gestión de sus residuos, lo que puede deberse a que en todas ellas se han ido aplicando las mismas medidas de gestión. Además, observando las diferencias reflejadas en las distintas obras se plantean una serie de cuestiones:

- En una misma obra existen distintos precios para un mismo tipo y contenido de contenedor: parece que a partir de un determinado número de contenedores se obtiene una rebaja en el precio del mismo (OB02, OB03, OB04, OB07, OB08 y OB09).
- No existe diferencia de precio en función del residuo depositado en el contenedor, el coste de un contenedor de RCD, uno de madera, de hormigón o de cualquiera de los otros materiales segregados es el mismo.
- No se detecta si existe una diferencia de coste en el precio del contenedor en función de la situación de la obra.
- Se desconoce si hay coincidencia de equipos de obra en alguna de las obras, y si así fuera la influencia que este aspecto pueda tener en la gestión y la economía de la obra. La dispersión no es muy grande, la más favorable es la OB06 con 1,70 €/m² y la menos OB10 con 2,94 €/m². Además, no parece tener relación con el tamaño de la obra ni con el grado de segregación conseguido, según se comprueba en la tabla 33 y figura 57.

Relacionando el ratio del coste de la gestión de RCD con el porcentaje de segregación in-situ alcanzado en las obras se observa que no parece existir una relación directa entre ambos:

Obra	Ratio €/m ²	Segregación
OB01	2,88	0,89%
OB02	2,26	0,00%
OB03	2,77	0,00%
OB04	2,09	8,31%
OB05	2,32	4,23%
OB06	1,70	0,67%
OB07	2,22	0,26%
OB08	2,28	0,10%
OB09	2,70	1,25%
OB10	2,94	2,27%
Media OB01-10	2,42	1,80%

Tabla 33. Ratios y grado de segregación en OB01-10.

La expresión gráfica de la tabla 33 se muestra en la figura 57:

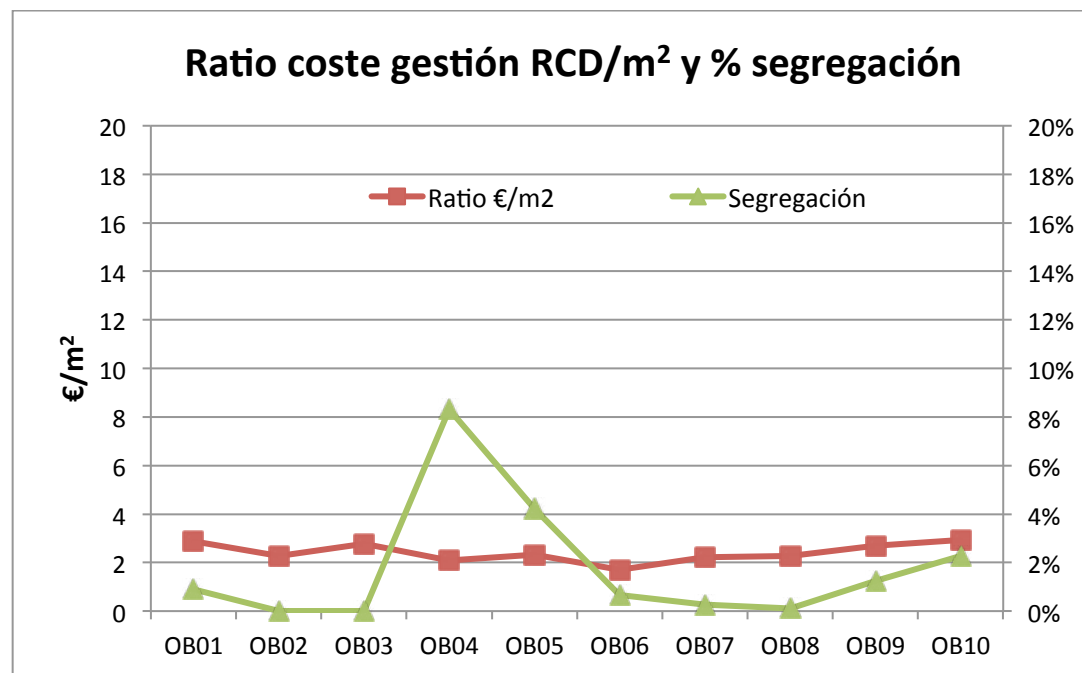


Figura 57. Relación entre ratio de gestión económica RCD y % segregación.

La escasa variación en los valores de coste gestión RCD por superficie, con independencia del grado de segregación alcanzado, demuestran que no existe una recompensa económica directa que rentabilice el esfuerzo necesario para segregar mejor, motivo por el que los equipos de obra no siempre priorizan estas prácticas. Estos resultados confirman lo que en el estado del arte autores como Tam et al (2006), y Lu (2010) indicaban en relación con la viabilidad en la gestión de residuos.

5.2. OBJ 02 Identificación de productos clave y localización de sus fases de obra.

El estudio en base a la gestión teórica se desarrolla mediante los mismos apartados que en el estudio de la gestión "real".

5.2.1. Análisis medioambiental del estudio de la gestión teórica.

En la metodología se justificaba la utilización del software de Cype para el estudio analítico, con el fin de obtener las proporciones de RCD por tipos; para ello el primer paso es la elaboración de los Estudios de Gestión de Residuos (EGR) aprovechando el desglose exhaustivo que aporta el programa sobre de los residuos generados; a continuación se reproduce el listado completo de residuos según el Plan (tabla 34):

LER	DESCRIPCION	CATEGORIA
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Arena Grava y otros áridos
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Arena Grava y otros áridos
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes	Residuos Peligrosos
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices	Residuos Peligrosos
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)	Residuos Peligrosos
13 07 03	Hidrocarburos con agua	Residuos Peligrosos
15 01 01	Envases de papel y cartón	Papel
15 01 02	Envases de plástico	Plástico
15 01 03	Envases de madera	Madera
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Residuos Peligrosos
15 01 11	Aerosoles vacíos	Residuos Peligrosos
15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)	Residuos Peligrosos
16 01 07	Filtros de aceite	Residuos Peligrosos
16 06 01	Baterías de plomo	Residuos Peligrosos
16 06 03	Pilas botón	Residuos Peligrosos
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas	Residuos Peligrosos
17 01 01	Hormigón	Hormigón
17 01 02	Ladrillos	Ladrillos , azulejos y otros cerámicos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Ladrillos , azulejos y otros cerámicos
17 01 06	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	Residuos Peligrosos
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código	Ladrillos , azulejos y otros cerámicos
17 02 01	Madera	Madera
17 02 02	Vidrio	Vidrio
17 02 03	Plástico	Plástico
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	Residuos Peligrosos
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla	Residuos Peligrosos
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Asfalto
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Residuos Peligrosos

Tabla 34a. Detalle del desglose de categorías de residuos generado en EGR con Arquímedes.

17 04 01	Cobre, bronce, latón	Metales
17 04 02	Aluminio	Metales
17 04 03	Plomo	Metales
17 04 04	Zinc	Metales
17 04 05	Hierro y Acero	Metales
17 04 06	Estaño	Metales
17 04 06	Metales mezclados	Metales
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	Residuos Peligrosos
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's	Residuos Peligrosos
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Metales
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Residuos Peligrosos
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Tierras y piedras
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Residuos Peligrosos
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06	Tierras y piedras
17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	Residuos Peligrosos
17 05 08	Balastro de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	Tierras y piedras
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Residuos Peligrosos
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	Residuos Peligrosos
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03	Residuos Peligrosos
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto	Residuos Peligrosos
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's	Residuos Peligrosos
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Yeso
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	Residuos Peligrosos
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Residuos Peligrosos
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Residuos Peligrosos
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Tierras y piedras
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03	Residuos Peligrosos
20 01 01	Papel	Papel
20 01 21	Tubos fluorescentes	Residuos Peligrosos
20 02 01	Residuos biodegradables	Basuras
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Basuras

Tabla 34b. Detalle del desglose de categorías de residuos generado en EGR con Arquímedes.

Se señala en tres líneas los epígrafes del capítulo 15 correspondiente a envases y embalajes, con excepción del envase de metal por dos motivos: al contener pinturas,

disolventes o productos que lo convierten en residuo peligroso deberá ser gestionado como tal, por gestor especializado. Por otro lado el metal es el residuo que, si no está contaminado, mayor índice de reciclabilidad alcanza, debido a su elevado valor en relación con el resto de residuos de envases y de RCD en general.

El Estudio de Gestión de Residuos realizado con CYPE permite conocer el detalle de los residuos de embalaje generados en cada capítulo, que se recoge en relación con la superficie de cada obra, y cuyos datos se incluyen en el Anexo 03.

El análisis pormenorizado de los datos recogidos en el citado Anexo 03 permite identificar las fases en las que se producen las mayores cantidades de REEC.

A continuación se resume en la tabla 35 la media de REEC global generados en las 10 obras, por m² construido:

Superficie Total	193.149,72	Total residuos envases (kg)	Total residuos envases (kg/m ²)	%	Total residuos envases (l)	Total residuos envases (l/m ²)	%
Media OB01 a OB010	Acondicionamiento del terreno	112,00	5,80E-04	0,17%	102,40	5,30E-04	0,12%
	Cimentaciones	285,01	1,48E-03	0,44%	373,56	1,93E-03	0,43%
	Estructuras	8.800,68	4,56E-02	13,73%	9.885,41	5,12E-02	11,50%
	Fachadas	12.044,56	6,24E-02	18,79%	21.930,54	1,14E-01	25,51%
	Particiones	10.100,08	5,23E-02	15,76%	11.273,65	5,84E-02	13,11%
	Instalaciones	18.983,54	9,83E-02	29,62%	24.335,28	1,26E-01	28,31%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	1.310,81	6,79E-03	2,05%	2.182,28	1,13E-02	2,54%
	Cubiertas	1.909,61	9,89E-03	2,98%	2.505,25	1,30E-02	2,91%
	Revestimientos	9.230,09	4,78E-02	14,40%	11.752,28	6,08E-02	13,67%
	Señalización y equipamiento	822,80	4,26E-03	1,28%	1.097,07	5,68E-03	1,28%
	Urbanización interior de la piscina	489,39	2,53E-03	0,76%	524,61	2,72E-03	0,61%
	TOTAL	64.088,58	3,32E-01	100%	85.962,33	4,45E-01	100%

Tabla 35. Total de REEC en peso y volumen en valores absolutos normalizados por unidad de superficie, media 10 obras.

La representación gráfica de los datos (fig. 58) muestra el porcentaje del total de residuo de los tres tipos de embalajes generados en cada fase constructiva, tanto en peso como en volumen. Se observa que los trabajos de las fases de cerramientos e instalaciones suman más del 50% del global de residuo de envases y embalajes generado en las obras:

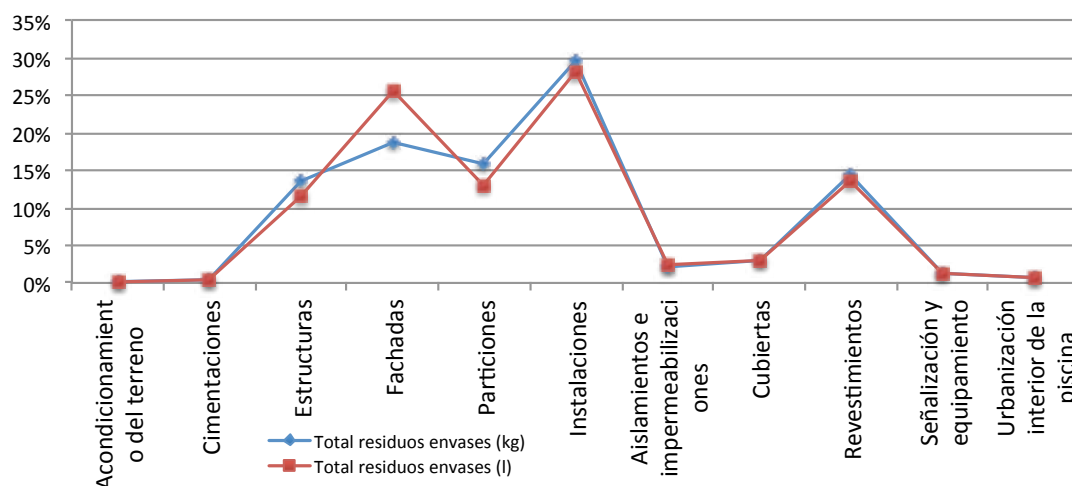


Figura 58. Gráfico del total de REEC según tabla 34.

A continuación se obtiene la media de los residuos de envases y embalajes generados en cada una de las fases de obra profundizando en el detalle del material de envase y embalaje: cartón, plástico y madera, normalizado por unidad de superficie (tabla 25).

Superficie Total	193.149,72	Envases papel cartón (kg/m ²)		Envases papel cartón (l/m ²)		Envases plástico (kg/m ²)		Envases plástico (l/m ²)		Envases madera (kg/m ²)		Envases madera (l/m ²)	
			%		%		%		%		%		%
Media OB01 a OB010	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%
	Estructuras	0,01	2%	0,02	2%	0,12	20%	0,19	20%	0,33	21%	0,30	15%
	Fachadas	0,02	1%	0,03	1%	0,06	12%	0,10	12%	0,60	35%	2,21	52%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,12	26%	0,19	26%	0,64	24%	0,59	17%
	Instalaciones	0,88	70%	1,18	70%	0,01	2%	0,02	2%	0,13	8%	0,12	6%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	13%	0,12	13%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	8%	0,07	8%	0,05	2%	0,05	2%
	Revestimientos	0,25	20%	0,34	20%	0,10	19%	0,17	19%	0,15	9%	0,13	7%
	Señalización y equipamiento	0,05	4%	0,07	4%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	1%	0,02	1%
TOTAL		1,27	100%	1,69	100%	0,53	100%	0,88	100%	1,92	100%	3,42	100%

Tabla 36. Resumen de la media de residuos de envases y embalajes generados en las 10 obras, en peso y volumen por unidad de superficie

El análisis de la tabla 36 permite identificar los capítulos en los que se genera mayor cantidad de embalaje para cada uno de los tipos de material: cartón/papel, plástico, madera y metal:

- Cartón y papel: es el REEC más concentrado en su producción, con el 70% generado en el capítulo de instalaciones, seguido por el 20% producido en revestimientos.
- Plástico: con una generación más uniforme a lo largo de la obra, aunque predomina en los capítulos de particiones, estructuras y revestimientos con un 26%, 20% y 19% respectivamente.

- Madera: su grado de dispersión es intermedia entre cartón y plástico, predomina en los capítulos de fachadas, particiones y estructuras, con un 35%, 24% y 21% respectivamente.

A continuación las figuras 59 y 60 representan de forma gráfica los datos porcentuales obtenidos en la tabla 36, la primera en peso y la segunda en volumen:

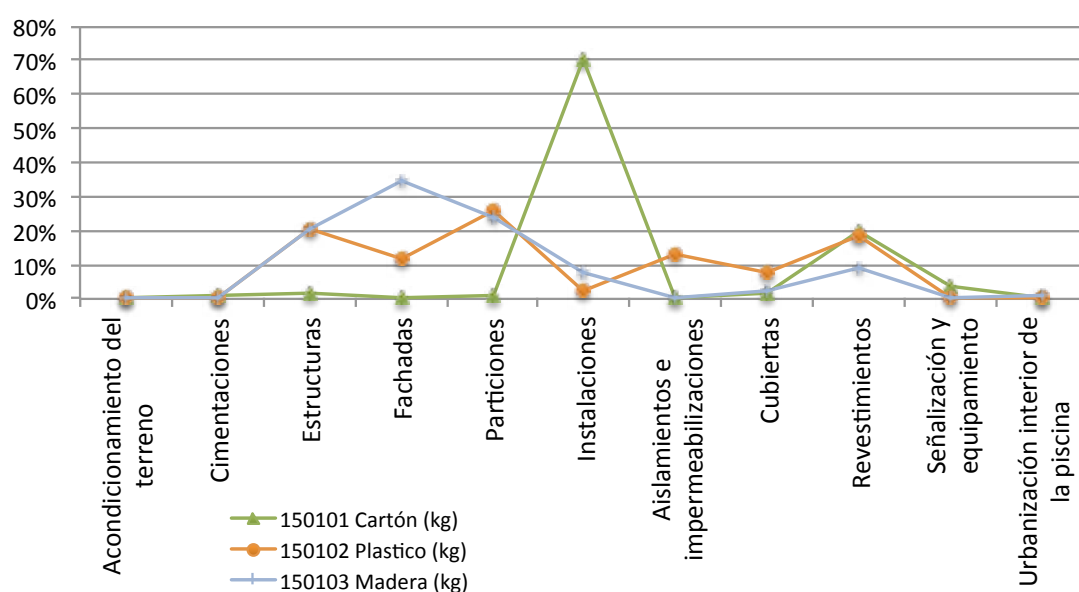


Figura 59. Evolución descriptiva del residuo de envases y embalajes en peso.

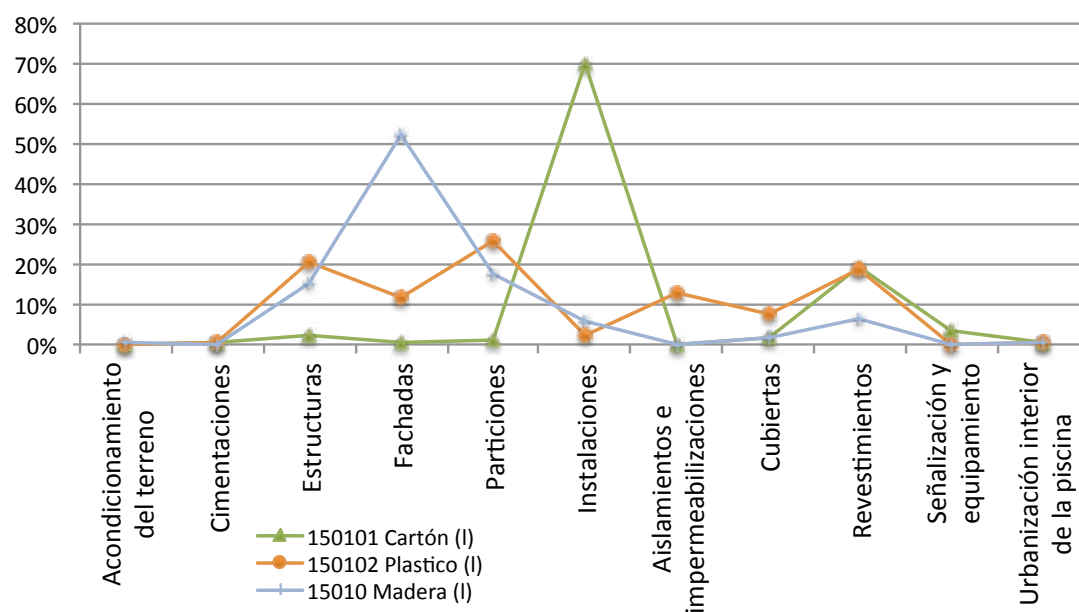


Figura 60. Evolución descriptiva del residuo de envases y embalajes en volumen.

Un detallado estudio de las tablas de las 10 obras analizadas (adjuntas en Anexo 3) permite observar ciertas diferencias en algunos capítulos, fundamentalmente en cerramientos, particiones y revestimientos; se decide comprobar si las dos distintas tendencias están relacionadas con el hecho de tener una solución de tabiquería y trasdosados diferente: cinco de las obras tienen trasdosados y tabiquería de gran formato, y las otras cinco de yeso laminado.

Para ello se realizan nuevamente dos tablas similares a la tabla 36, pero agrupando las obras en función de su tabiquería: húmeda (tabla 37) o seca (tabla 38). Los resultados son los siguientes:

Superficie total	61.735,45	Envases papel carton (kg/m2)	%	Envases papel carton (l/m2)	%	Envases plástico (kg/m2)	%	Envases plástico (l/m2)	%	Envases madera (kg/m2)	%	Envases madera (l/m2)	%
Media Obras Ladrillo: 1, 2, 3, 5, 10	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	27%	0,21	27%	0,33	13%	0,30	8%
	Fachadas	0,04	2%	0,06	2%	0,05	10%	0,09	10%	0,74	25%	4,01	56%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,06	11%	0,10	11%	1,28	47%	1,17	27%
	Instalaciones	0,94	69%	1,26	69%	0,02	3%	0,03	3%	0,14	6%	0,12	3%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,08	16%	0,13	16%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	8%	0,07	8%	0,08	2%	0,07	1%
	Revestimientos	0,30	23%	0,40	23%	0,11	25%	0,19	24%	0,15	7%	0,14	4%
	Señalización y equipamiento	0,05	3%	0,07	3%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	0%	0,01	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	1%	0,01	0%
	TOTAL	1,38	100%	1,84	100%	0,49	100%	0,82	100%	2,74	100%	5,83	100%

Tabla 37. Resumen de la media de REEC generados en las 5 obras de tabiquería de ladrillo: OB01-02-03-05-10, en peso y volumen.

Superficie total	131.414,27	Envases papel carton (kg/m ²) %		Envases papel cartón (l/m ²) %		Envases plástico (kg/m ²) %		Envases plástico (l/m ²) %		Envases madera (kg/m ²) %		Envases madera (l/m ²) %	
Media Obras Yeso Laminado: 4,6,7,8,9	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,00	0%
	Cimentaciones	0,01	1%	0,01	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	0%	0,00	0%
	Estructuras	0,03	3%	0,04	3%	0,10	18%	0,17	18%	0,33	28%	0,30	28%
	Fachadas	0,00	0%	0,00	0%	0,07	13%	0,12	13%	0,46	45%	0,41	45%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,17	32%	0,29	32%	0,00	0%	0,00	0%
	Instalaciones	0,82	71%	1,10	70%	0,01	2%	0,02	2%	0,12	10%	0,11	10%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	12%	0,11	12%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	7%	0,07	7%	0,03	3%	0,03	3%
	Revestimientos	0,20	18%	0,27	17%	0,09	16%	0,16	16%	0,14	12%	0,12	12%
	Señalización y equipamiento	0,05	4%	0,06	4%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,01	1%
	TOTAL	1,15	100%	1,54	100%	0,56	100%	0,94	100%	100%	1,00	100%	100%

Tabla 38. Resumen de la media de REEC generados en las 5 obras de tabiquería de yeso laminado: OB04-06-07-08-09, en peso y volumen.

Para facilitar la comparación, se representa de manera gráfica las líneas de generación de los tres tipos de embalajes en los dos grupos de obras, con tabiquería de ladrillo y con tabiquería de yeso laminado, normalizada por unidad de superficie, primero en peso y posteriormente en volumen, en las fig. 61 y 62:

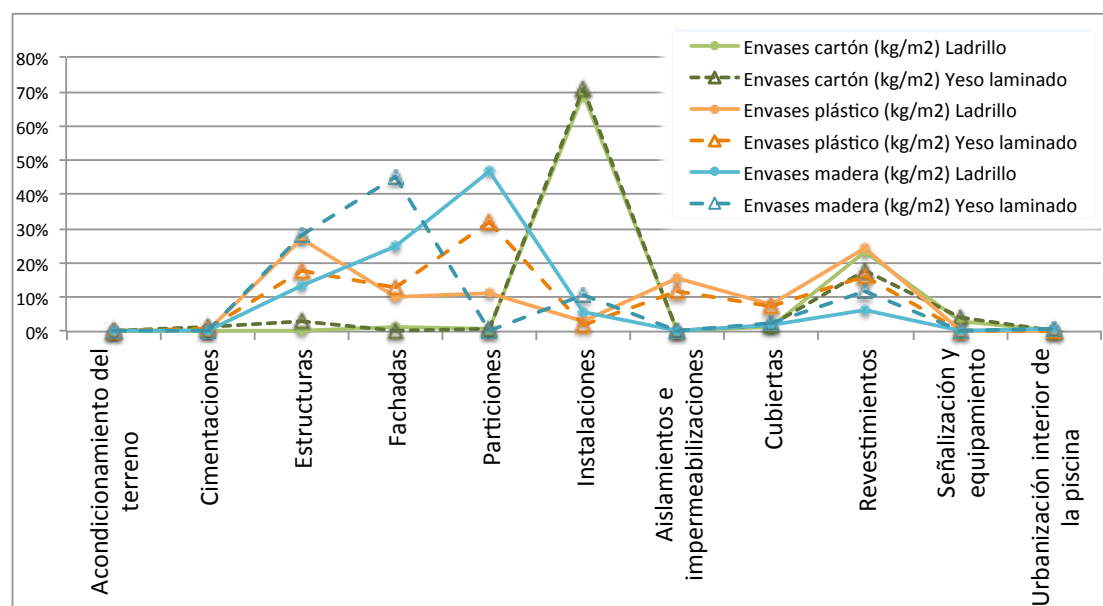


Figura 61. Evolución descriptiva del residuo de embalaje en peso por unidad de superficie.

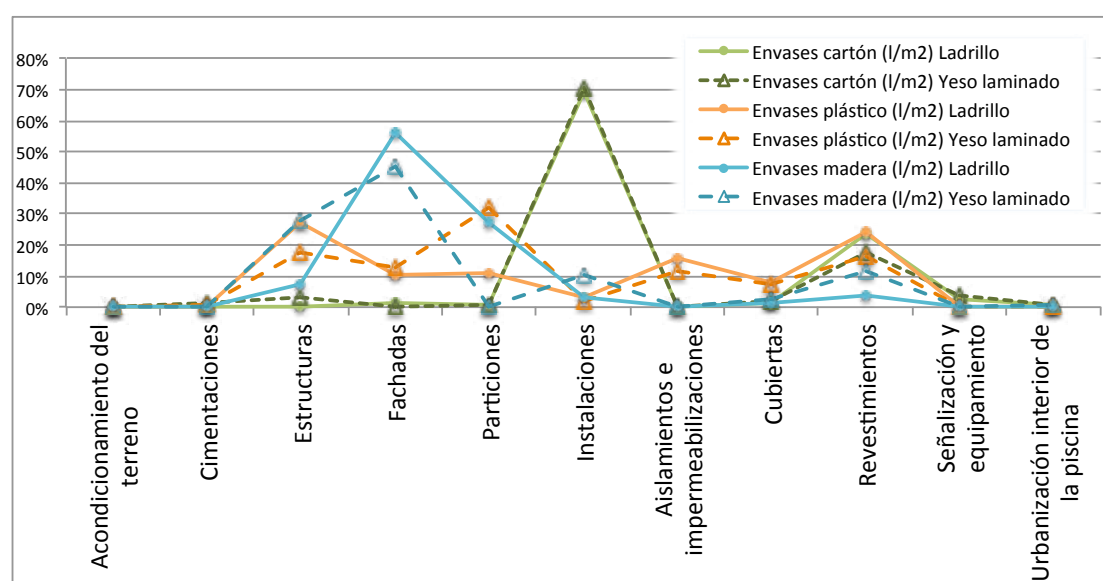


Figura 62. Evolución descriptiva del residuo de embalaje en volumen por unidad de superficie.

Se puede observar que el residuo de cartón se mantiene constante en las dos tipologías, predominante en el capítulo de instalaciones, seguido por el de revestimientos. Por el contrario existen variaciones en las tendencias de los residuos de plástico y madera, resumidos en la tabla 39:

Tipo de residuo	Capítulo en el que predomina		
	Media 10 obras	5 obras t. húmeda	5 obras t. seca
Cartón	Instalaciones	Instalaciones	Instalaciones
Plástico	Particiones	Estructura y revestimientos	Particiones y estructura
Madera	Fachadas	Particiones	Fachada

Tabla 39. Tendencia de embalaje predominante en función del tipo de tabiquería.

Las tendencias observadas para plástico y madera indican una cierta similitud entre la media general de las 10 obras y la media obtenida en las obras de tabiquería seca, predominando el plástico en particiones y la madera en cerramientos; en cambio las obras de tabiquería húmeda presentan estructura y revestimientos como fases predominantes para el plástico, y particiones para la madera.

En las figuras 61 y 62 se ha podido comprobar cuales son los capítulos que generan más residuo para cada uno de los principales componentes: cartón/papel, plástico y madera. A continuación se analizará en detalle dichos capítulos con el fin de identificar, si fuera posible, las partidas concretas a las que imputar el embalaje generado.

5.2.1.1. Cartón y papel.

Son generados fundamentalmente durante los capítulos de instalaciones y acabados. Dentro del capítulo de instalaciones, se observa que el 74,92% en peso se produce en el subcapítulo de electricidad -para la media de las 10 obras muestra-, y se mantiene constante, independientemente de la solución constructiva de la tabiquería de la obra.

Profundizando en el detalle de partidas que conforman el capítulo de electricidad (tabla 40) los principales responsables de generar cartón son las unidades de interruptores y enchufes, ambos mecanismos llegan a la obra protegidos por cajas, y se colocan en la última etapa de la obra, habitualmente antes de pintar, excepto los escudos que enmarcan los interruptores y enchufes, que se colocan después. El

apartado de iluminación es reducido debido a que no es habitual entregar las viviendas se entregan con la iluminación instalada, por lo que el presupuesto incluye muy pocas unidades.

Detalle de capítulo de instalaciones	Media de cartón en peso (kg/m ²)	%	Media de cartón en volumen (l/m ²)	%
Telecomunicaciones	2,88E-02	3,26%	3,84E-02	3,26%
Audiovisuales	6,21E-02	7,03%	8,26E-02	7,02%
Calefacción y ACS	8,49E-02	9,61%	1,13E-01	9,61%
Electricidad	6,61E-01	74,92%	8,82E-01	74,93%
Fontanería	1,07E-02	1,21%	1,42E-02	1,21%
Gas	9,53E-04	0,11%	1,27E-03	0,11%
Iluminación	2,55E-03	0,29%	3,40E-03	0,29%
PCI	1,21E-02	1,37%	1,62E-02	1,37%
Iluminación de protección	5,44E-05	0,01%	7,25E-05	0,01%
Evacuación	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Ventilación	1,75E-02	1,98%	2,33E-02	1,98%
Ascensores	1,82E-03	0,21%	2,42E-03	0,21%
Total	8,83E-01	100,00%	1,18E+00	100,00%

Tabla 40. Generación de cartón durante el capítulo de instalaciones, media 10 obras.

El capítulo de revestimientos es el segundo en cuanto a generación de cartón, con menos de la mitad de la cantidad que se generaba en el apartado de electricidad (tabla 41):

Detalle de capítulo de Revestimientos	Media de cartón en peso (kg/m ²)	%	Media de cartón en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	1,06E-01	43,01%	1,42E-01	43,01%
Chapados y aplacados	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Escaleras	1,13E-04	0,05%	1,51E-04	0,05%
Pinturas par.interior	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Pinturas uso especif.	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Conglomerados trad.	9,38E-02	37,98%	1,25E-01	37,96%
Sistemas monocapa	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Suelos y pavimentos	3,61E-02	14,63%	4,82E-02	14,65%
Falsos techos	1,07E-02	4,34%	1,43E-02	4,34%
Total	2,47E-01	100,00%	3,29E-01	100,00%

Tabla 41. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, media 10 obras.

Los datos obtenidos para el cartón están relacionados con los resultados de González y Del Río (2011), sobre una muestra de tres obras con características similares. En ellas el cartón se generaba en la segunda mitad de la obra, y principalmente en los últimos meses previos a la finalización. Recordar que desde la constructora se advertía de la dificultad de segregar el cartón al final de la obra por falta de espacio para contenedores en la urbanización, ya que ésta se ejecuta al final.

Profundizando en el detalle del capítulo de revestimientos, se realiza la misma operación discriminando entre obras de tabiquería seca (tabla 42) y húmeda (tabla 43), para comprobar si se mantienen las tendencias:

Detalle de capítulo de Revestimientos Tab.Tradicional	Media de cartón en peso (kg/m ²)	%	Media de cartón en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	1,06E-01	35,02%	1,42E-01	35,02%
Chapados y aplacados	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Escaleras	1,19E-04	0,04%	1,58E-04	0,04%
Pinturas par.interior	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Pinturas uso especif.	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Conglomerados trad.	1,63E-01	53,87%	2,18E-01	53,85%
Sistemas monocapa	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Suelos y pavimentos	2,43E-02	7,99%	3,24E-02	8,00%
Falsos techos	9,35E-03	3,08%	1,25E-02	3,08%
Total	3,03E-01	100,00%	4,04E-01	100,00%

Tabla 42. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, tab. tradicional.

Detalle de capítulo de Revestimientos Tab.Seca	Media de cartón en peso (kg/m ²)	%	Media de cartón en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	1,06E-01	52,62%	1,42E-01	52,62%
Chapados y aplacados	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Escaleras	1,09E-04	0,05%	1,45E-04	0,05%
Pinturas par.interior	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Pinturas uso especif.	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Conglomerados trad.	3,81E-02	18,87%	5,07E-02	18,84%
Sistemas monocapa	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Suelos y pavimentos	4,56E-02	22,61%	6,09E-02	22,63%
Falsos techos	1,18E-02	5,85%	1,57E-02	5,85%
Total	2,02E-01	100,00%	2,69E-01	100,00%

Tabla 43. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, tab. seca.

Se comprueba que en las obras con tabiquería cerámica el cartón predomina en el capítulo de conglomerados tradicionales debido a los guarnecidos y enlucidos, unidades que no existen en las obras de tabiquería de yeso laminado, donde el cartón adquiere mayor relevancia en el apartado de alicatados.

5.2.1.2. Plástico.

En la tabla 36 ya se apreciaba que la generación de plástico es más uniforme en el desarrollo del programa de obra, si bien pueden señalarse como fases en las que predomina las de particiones, estructuras y revestimientos. Se analiza el detalle de los tres capítulos para profundizar en su desglose, con el fin de identificar las partidas con una cantidad más significativa de residuo plástico.

Detalle del capítulo de particiones	Media de plástico en peso (kg/m ²)	%	Media de plástico en volumen (l/m ²)	%
Armarios	7,46E-04	0,64%	1,24E-03	0,65%
Defensas interiores	1,12E-04	0,10%	1,86E-04	0,10%
Puertas de entrada	1,02E-03	0,88%	1,70E-03	0,88%
Puertas de paso	6,27E-03	5,40%	9,66E-03	5,01%
Tabiques	1,08E-01	92,81%	1,80E-01	93,20%
Ayudas	1,97E-04	0,17%	3,29E-04	0,17%
Total	1,16E-01	100,00%	1,93E-01	100,00%

Tabla 44. Generación de plástico durante el capítulo de particiones, media 10 obras

En particiones más del 90% del plástico se concentra en las unidades de tabiques, debido a los palés que transportan los ladrillos cerámicos, envueltos en film.

El capítulo de estructuras tiene un único subcapítulo, hormigón armado, y las partidas que lo forman son losas, estructura de hormigón y núcleo de hormigón; la única partida que genera residuo de embalaje plástico es la estructura de hormigón, con todo el plástico generado por los palés que transportan las bovedillas necesarias para construir los forjados.

Por último el detalle del capítulo de revestimientos muestra un reparto mucho más uniforme que los anteriores (tabla 45), donde destacan ligeramente los subcapítulos de suelos y pavimentos y falsos techos:

Detalle del capítulo de Revestimientos OB01-10	Media de plástico en peso (kg/m ²)	%	Media de plástico en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	3,37E-03	3,28%	5,62E-03	3,23%
Chapados y aplacados	1,12E-02	10,93%	1,87E-02	10,77%
Escaleras	1,54E-02	14,99%	2,57E-02	14,79%
Pinturas par.interior	1,16E-02	11,24%	2,03E-02	11,69%
Pinturas uso especif.	2,69E-04	0,26%	4,01E-04	0,23%
Conglomerados trad.	1,47E-02	14,31%	2,43E-02	13,96%
Sistemas monocapa	3,91E-03	3,80%	6,49E-03	3,73%
Suelos y pavimentos	2,35E-02	22,84%	3,90E-02	22,44%
Falsos techos	1,89E-02	18,34%	3,33E-02	19,15%
Total	1,03E-01	100,00%	1,74E-01	100,00%

Tabla 45. Generación de plástico durante el capítulo de revestimientos.

A continuación se diferencian las obras en dos grupos en función de la tipología de su tabiquería, para comprobar si se producen variaciones en las tendencias mostradas (tabla 46):

Detalle del capítulo de Revestimientos Tab.Tradicional	Media de plástico en peso (kg/m ²)	%	Media de plástico en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	3,37E-03	2,94%	5,62E-03	2,95%
Chapados y aplacados	1,18E-02	10,28%	1,97E-02	10,32%
Escaleras	1,62E-02	14,08%	2,70E-02	14,14%
Pinturas par.interior	1,19E-02	10,37%	1,98E-02	10,41%
Pinturas uso especif.	2,76E-04	0,24%	4,13E-04	0,22%
Conglomerados trad.	2,40E-02	20,88%	3,95E-02	20,71%
Sistemas monocapa	3,82E-03	3,33%	6,32E-03	3,32%
Suelos y pavimentos	2,55E-02	22,17%	4,23E-02	22,18%
Falsos techos	1,81E-02	15,72%	3,00E-02	15,76%
Total	1,15E-01	100,00%	1,91E-01	100,00%

Tabla 46. Generación de plástico durante los revestimientos, con tab. tradicional

Detalle del capítulo de Revestimientos Tab.Seca	Media de plástico en peso (kg/m ²)	%	Media de plástico en volumen (l/m ²)	%
Alicatados	3,37E-03	3,61%	5,62E-03	3,50%
Chapados y aplacados	1,08E-02	11,57%	1,80E-02	11,21%
Escaleras	1,48E-02	15,89%	2,47E-02	15,40%
Pinturas par.interior	1,13E-02	12,11%	2,07E-02	12,91%
Pinturas uso especif.	2,64E-04	0,28%	3,91E-04	0,24%
Conglomerados trad.	7,31E-03	7,83%	1,21E-02	7,54%
Sistemas monocapa	3,98E-03	4,27%	6,62E-03	4,13%
Suelos y pavimentos	2,19E-02	23,50%	3,64E-02	22,68%
Falsos techos	1,95E-02	20,93%	3,59E-02	22,38%
Total	9,33E-02	100,00%	1,60E-01	100,00%

Tabla 47. Generación de plástico durante los revestimientos, con tab. seca.

Si bien las diferencias no son muy notables, en las obras de tabiquería tradicional aparece más plástico que en las realizadas con tabiquería seca. Ello es motivado por la protección de los palés de sacos de yeso para guarnecidos y enlucidos, que como quedó reflejado en el apartado de cartón, aparecen sólo en el capítulo de ladrillo; es por tanto el film de paletizar el material que marca la diferencia en este caso.

Se aporta en Anexo 4 el desglose de la recogida de datos realizada para el capítulo de revestimientos en las 10 obras, con el que se obtiene la media que figura en las tablas aportadas para plástico y madera.

5.2.1.3. Madera.

Los embalajes de madera en obras de construcción son palés; la madera destaca fundamentalmente durante la etapa de cerramientos, y el detalle del capítulo muestra que el 94,32 % de madera en peso y volumen está en la unidad de cerramientos (tabla 48):

Detalle de capítulo de cerramientos	Media de madera en peso (kg/m ²)	%	Media de madera en volumen (l/m ²)	%
Fábricas y trasdosados	5,62E-01	94,32%	5,95E-01	94,57%
Carpintería exterior	0,00E+00	0,00%	0,00E+00	0,00%
Defensas exteriores	2,94E-02	4,94%	3,02E-02	4,69%
Remates de exteriores	4,41E-03	0,74%	0,00E+00	0,74%
Vidrios	0,00E+00	0,00%	4,52E-03	0,00%
Total	5,96E-01	100,00%	6,29E-01	100,00%

Tabla 48. Generación de madera durante el capítulo de cerramientos

Analizando el detalle del subcapítulo de fábricas y trasdosados, se comprueba que los cerramientos de trasdosado cerámico generan más madera que los trasdosados de yeso laminado. Se puede afirmar que las unidades de ladrillo cerámico, tanto en cerramientos como en interiores son las mayores generadoras de residuo de madera.

En resumen, los productos clave principales generadores de cada tipo de embalaje en las obras analizadas son los reflejados en la tabla 49:

Material de embalaje	Producto clave	Capítulo
Cartón	Interruptores y enchufes	Instalaciones/electricidad
Plástico	Tabiques	Particiones/tabiques
Madera	Ladrillo	Fachadas/fábricas+trasdosados

Tabla 49. Resumen de productos clave grandes generadores de embalajes.

5.2.2. Análisis económico en el estudio sobre la gestión "teórica".

Para realizar una valoración económica de la gestión teórica realizable de RCD, y en base al desglose aportado por el Estudio de Gestión de Residuos generado con CYPE, se obtiene el porcentaje en volumen sobre cada uno de los tipos de residuos agrupados por nivel según la Orden Ministerial MAM/304/2002:

Obra	Tipo residuo	Volumen total	Volumen cont.
OB06	Asfalto	2,49	0,21%
OB06	Madera	50,02	4,19%
OB06	Metales	35,00	2,93%
OB06	Papel y cartón	39,76	3,33%
OB06	Plástico	36,05	3,02%
OB06	Vidrio	0,58	0,05%
OB06	Yeso	101,51	8,51%
OB06	Basuras	119,91	10,05%
OB06	Arena, grava, áridos	72,00	6,03%
OB06	Hormigón	565,48	47,38%
OB06	Ladrillos, tejas, ceram.	160,65	13,46%
OB06	Piedra	9,95	0,83%
TOTAL OB06		1.193,40	100%

Tabla 50. Volumen en porcentajes según EGR para OB06.

Se observa el elevado volumen que alcanza el apartado de hormigón, y se comprueba en el EGR que es debido a que junto con los residuos de hormigón se incluyen restos de mortero y prefabricados.

En la tabla 51 se aplica la proporción obtenida al volumen real de residuos obtenido para OB06, con el objeto de poder realizar una valoración económica en el escenario de segregación propuesto. Después se introducen los precios observados en la misma obra, pero como no se aplica descuento a pesar de haberse separado los materiales, se comprueba que la variación en el coste final es mínima con respecto a la detallada en la tabla 30b de 44.154 €, suponiendo solo el 2%. No se ha considerado el coste de gestión de los contenedores con residuos metálicos debido a que estos se venden con facilidad; tampoco se ha valorado la gestión del vidrio por tratarse de una fracción muy pequeña.

Obra	Tipo residuo	%	Volumen total real	Volumen cont.	Nº cont.	Precio unitario	Coste (€)
OB06	Asfalto	0,21%	6,99	6	2	81	162,00
OB06	Madera	4,19%	140,50	9	16	113	1.808,00
OB06	Metales	2,93%	98,29	-	-	-	-
OB06	Papel y cartón	3,33%	111,68	6	19	81	1.539,00
OB06	Plástico	3,02%	101,25	9	11	81	911,25
OB06	Vidrio	0,05%	1,63	0	-	-	-
OB06	Yeso	8,51%	285,13	6	48	81	3.888,00
OB06	Basuras	10,05%	336,81	6	56	81	4.536,00
OB06	Arena, grava, áridos	6,03%	202,23	6	34	81	2.754,00
OB06	Hormigón	47,38%	1.588,33	6	265	81	21.465,00
OB06	Ladrillos, tejas, ceram.	13,46%	451,23	6	75	81	6.091,61
OB06	Piedra	0,83%	27,93	6	5	81	377,06
TOTAL OB06		100,00%	3.352,00				43.531,91

Tabla 51. Coste de gestión de RCD para OB06 según % de volumen teórico de tabla 49.

Si bien el coste de la gestión teórica obtenida ha sido menor que la descrita por Seydel et al (2002), se constata que aún deben evolucionar las posibilidades aportadas por el sector del reciclaje para potenciar la viabilidad de la segregación, ya que los motivos medioambientales por sí solos no garantizan una gestión adecuada si el factor económico no es determinante, y la normativa no lo obliga.

5.3. OBJ 03 Comparación de indicadores de los distintos sistemas de gestión.

El conocimiento de la gestión "real" reflejada en el punto 5.1. y el análisis de los resultados obtenidos con el Estudio de Gestión de Residuos (EGR) teórico del punto 5.2. generado con Cype para la obra OB06 (Anexo 6), sugieren la realización de una comparativa, a la que se añade un tercer documento, el Plan de Gestión de Residuos (PGR) aportado por la constructora para la misma OB06 (Anexo 5). En todos ellos se excluyen las tierras procedentes de excavación consideradas en el apartado de RCD de Nivel I ó 17 05 04, por no considerarse propiamente RCD. Se resumen en la tabla 52 los datos reflejados en los correspondientes documentos en cuanto a estimación de residuos en peso.

Código LER	Tipo residuo	PGR Constr.	Gestión Real	EGR Cype
		Peso (t)	Peso (t)	Peso (t)
17 03 02	Asfalto			2,489
17 02 01	Madera	186,700	2,960	55,022
15 01 04	Envases metálicos			0,655
17 04 01	Cobre, bronce, latón			0,466
17 04 02	Aluminio	108,900		0,038
17 04 05	Hierro y acero			70,156
17 04 11	Cables distintos 170410			0,240
15 01 01	Envases papel cartón	12,400	-	29,820
17 02 03	Plástico	62,300		21,628
17 02 02	Vidrio	6,200		0,581
17 08 02	Yeso	168,100		101,512
17 06 04	Mat. Aislamiento	12,400	-	6,680
17 09 04	RCD mezclados		2.234,580	7,330
20 02 01	Residuos biodegrad.			77,919
20 03 03	Residuos limpieza viaria			77,919
01 04 08	Grava y roca trituradas			102,439
01 04 09	Residuos arena arcillas		-	6,652
17 01 01	Hormigón		6,900	848,219
17 01 02	Ladrillos			122,012
17 01 03	Tejas y mat. Ceramicos		5,220	61,079
17 01 07	Mezcla hormigón, ladr.	2.552,100	-	17,718
01 04 13	Piedra			14,918
08 01 11	Peligr: pintura, barniz	3,200		1,963
TOTAL		3.112,300	2.249,660	1.627,455

Tabla 52. Comparativa de la cantidad de residuos por tipo, en peso, para la OB06: Gestión Real/PGR Constructora/EGR Cype.

Con las cifras obtenidas se observa que la gestión "real", además de mostrar un nivel de segregación muy bajo, presenta un valor total intermedio entre los aportados por la constructora, muy superior, y el teórico de Cype, muy inferior, si bien en este se han excluido las tierras y pétreos de la excavación, de los que probablemente pudiera haber una parte mezclada en los capítulos de RCD mezclados de la gestión "real", junto con otros materiales. Nótese que algo parecido sucedía en la Tabla 13 (pág. 108), donde se comparaban los residuos producidos durante una obra con los esperados según el EGR y también con respecto a la Guía de Aplicación del Decreto 201/1994, y encontrándose dispersiones del orden del 32% al 49% entre las tres.

Ante estas diferencias se consulta con las empresas para conocer sus criterios a la hora de redactar el Plan, en el caso de la constructora, y de fijar los ratios sobre los que el software construye el EGR teórico. La constructora expone que utiliza una base de datos propia generada en base a la experiencia, con los datos registrados de obras anteriores.

Desde el Departamento de Desarrollo de Cype Ingenieros aclaran que su base de datos se obtiene a partir de los datos de campo aportados por constructores y directores de obra colaboradores, y en la información suministrada por las casas comerciales que incorporan sus productos en el programa.

Los indicadores basados en el ratio peso/superficie construida para los tres sistemas comparados son los reflejados en la tabla 53:

Superficie OB06	Gestión Real	PGR Constr.	EGR Cype
25.936	2.249,660	3.112,300	1.627,455
Ratio Kg/m2	87,000	120,000	63,000

Tabla 53. Ratio RCD peso/superficie OB06: Gestión Real/PGR Constructora/EGR Cype.

Si se comparan estos resultados con los ratios obtenidos en otras fuentes o por otros autores (tabla 54), se observa lo siguiente:

Fuente	Ratio RCD (Kg/m ²)	Ratio RCD (m ³ /m ²)
Borrador PNIR 2007-15	120	
Poon et al (2001)		0,25
Lin (2006)		0,54-0,66
Katz y Baum (2010)		0,2
Solís-Guzmán et al (2010)		0,03076
Llatas (2011)		0,1388
Mália et al (2013)	44-115	
Mercader et al (2013)	79,79	
Villoria (2014)	123,29	0,19
Constructora, datos 2013	111	

Tabla 54. Ratios RCD investigaciones anteriores

Los tres ratios reflejados en la Tabla 53 quedan englobados dentro de los márgenes establecidos en las investigaciones revisadas, observándose que la tendencia es a rebajar ligeramente los 120 kg/m² que establecía el Borrador del PNIR; en todo caso la dispersión es relativamente amplia y es preciso tener en cuenta no sólo los sistemas constructivos sino factores tales como la disponibilidad de infraestructuras de tratamiento, la velocidad de ejecución de la obra, etc. En el caso de la constructora que ejecutó las obras seleccionadas, confirma que en su auditoría con AENOR para la ISO 14001 el ratio alcanzado en el último ejercicio (2013) es de 111 kg/m².

La reducción en origen debe contribuir a reducir la cantidad de residuos que se generan en la obra, pero en segundo término es la constructora, como poseedora de los residuos, la principal responsable de como son gestionados. Por ello, si realiza una buena programación que facilite una adecuada gestión, el porcentaje de residuos valorizable debería ser muy elevado, minimizando la fracción que vaya a vertedero. La utilización de herramientas basadas en BIM puede resultar muy favorable para optimizar los resultados de una planificación temprana.

Durante el estudio realizado en el estado del arte de las infraestructuras existentes en la Comunidad de Madrid se comprobó que las plantas existentes no tienen sus procesos lo suficientemente desarrollados para documentar de forma fehaciente el

porcentaje de residuos que se recibe de una misma obra y se destinan a reciclado, pero el mercado, mediante las herramientas de sostenibilidad, requiere cada vez más de instalaciones capaces de monitorizar estos aspectos. Además desde el Plan de Gestión de Residuos se pueden identificar valorizadores locales con los que negociar la gestión de algunas corrientes de residuos, facilitando la viabilidad del proceso y maximizando el desvío de vertedero de la mayor cantidad posible de RCD. Los embalajes son valorizables en su práctica totalidad si se segregan adecuadamente, y la identificación de recicladores de madera, cartón y plásticos puede permitir ahorrar tasas y emisiones del transporte a plantas que acumulan estos materiales y finalmente realizan la misma gestión.

Se ratifica lo comprobado en el estado del arte, donde varios autores destacaban las reticencias de los distintos agentes hacia la segregación "in situ", por requerir tiempo y mano de obra (Poon et al, 2001), a pesar de reconocer que el residuo de embalaje supone una parte integrante de los RCD notable en volumen (Lu y Yuan, 2010).

5.4. OBJ 04 Cuantificación del impacto de un eventual eco-rediseño del envase o embalaje de un producto clave.

Este apartado compara de manera experimental dos modelos de mecanismos eléctricos, por ser la unidad de obra identificada como mayor generadora de residuo de cartón. El objetivo es cuantificar la diferencia entre distintos tipos de cajas de mecanismos eléctricos (enchufes e interruptores) para evaluar el posible alcance de un eventual eco-rediseño.

Las marcas y modelos escogidos son SIMON 31 y JUNGLS990; la primera usa un cartón fino de una capa para sus cajas, y cada enchufe se encuentra dentro de una pequeña caja individual dentro de otra mayor, que contiene 10 unidades (fig. 63 y 64). Los marcos se presentan del mismo modo, en pares, por lo que la caja contiene 20 unidades.



Figura 63. SIMON 31: caja con 20 marcos.

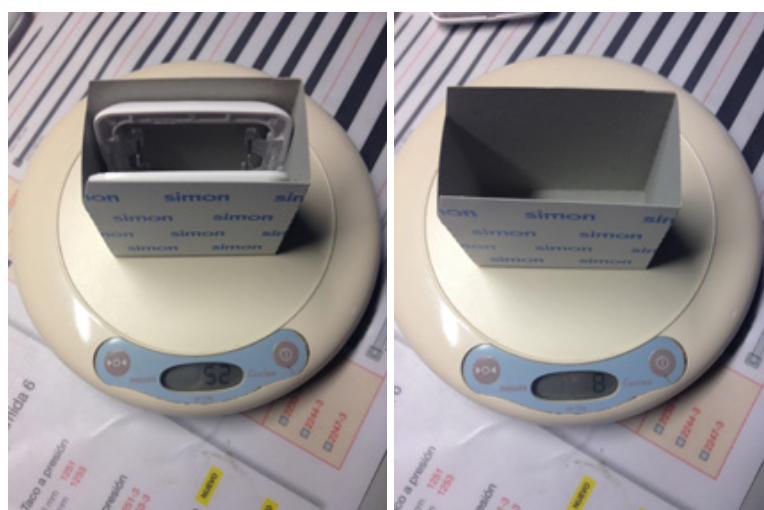


Figura 64. SIMON 31: caja individual para dos marcos.

La segunda marca, JUNGLS990, utiliza cartón corrugado sencillo, y no presenta cajas individuales, sino una rejilla que divide los espacios en la caja (fig. 65 y 66).



Figura 65. JUNG LS990 caja para 10 marcos.



Figura 66. JUNG LS990 cajas con frentes de plástico y mecanismos.

Se realiza una toma de datos con los pesos de las cajas, obteniéndose los resultados que figuran en las tablas 55 y 56:

SIMÓN 31		Peso observado (g)			
Contenido		Caja vacía	Caja llena	Caja individual vacía	Caja individual llena
Caja de marcos	20	182	616	8	52
Caja de enchufes	10	156	1032	8	96

Tabla 55. SIMON 31 peso de embalaje.

JUNG LS990		Peso observado (g)	
Contenido	Uds.	Caja vacía	Caja llena
Caja de marcos	10	38	234
Frente de plástico	10	96	416
Mecanismo enchufe	10	98	612

Tabla 56. JUNG LS990 peso de embalaje.

El Real Decreto 782/1998 establece la relación Kr/Kp como el principal indicador para monitorizar cuantitativamente el grado de reducción de embalaje y residuo de embalaje. Como se indicaba en la introducción, es un índice adimensional basado en la relación porcentual entre el peso del embalaje colocado en el mercado y el peso del producto que acompaña, siendo Kr la cantidad total en peso del residuo de embalaje generado en un año, y Kp la cantidad total de productos embalados en peso, en el mismo año. Este indicador se incluye en la legislación para monitorizar la efectividad de las políticas de prevención de residuos de embalajes.

Otros indicadores a tener en cuenta de cara a una distribución eficiente, cuando se considera el eco-rediseño, son el peso del propio producto, la aptitud para el reciclaje del embalaje terciario y la elección de un transporte eficiente.

Con los datos de las tablas 55 y 56 se calcula una adaptación del índice Kw/Kp para relacionar el residuo total de embalaje de enchufes para las dos marcas analizadas (tabla 57).

Modelo	Peso envase (Kr)	Peso producto (Kp)	Indice Kr/Kp
SIMÓN 31	814	3950	0,20608
JUNG LS990	232	1030	0,22524

Tabla 57. Índice Kr/Kp para embalajes analizados.

Cuanto menor sea la relación entre el peso del embalaje y el peso del producto embalado, menor cantidad de embalaje se ha empleado para una misma cantidad de

producto, por lo que el modelo SIMÓN 31 tiene un embalaje más eficiente que el de JUNG LS9990.

Los resultados de la tabla 48 muestran que la variación en el índice K_r/K_p no es muy significativa, sin embargo si manifiestan un cierto margen que unido a ligeras mejoras en el diseño de las piezas y las cajas que la contienen pueden ofrecer a los fabricantes ahorros en el coste del embalaje y la logística asociada.

Tomando como referencia las estrategias descritas en las mejores prácticas del informe de la WRAP (WRAP, 2008), se plantean las siguientes propuestas, dirigidas a los fabricantes de las dos marcas utilizadas para realizar la comparación:

SIMÓN 31



Figura 66. Caja con 20 cercos en 10 cajas por pares.

- ✓ Reducción del área de las solapas laterales (fig 67 izq.).
- ✓ Rediseño de la pieza eliminando el marco metálico que sobresale en el perfil (fig. 67 dcha.) para reducir el tamaño total de la caja.
- ✓ Sustitución de las pequeñas cajas individuales por una rejilla en cartón que separe los cercos.

JUNG LS990



Figura 678. Caja de enchufes/mecanismos y caja con cercos.

- ✓ Reducción del gramaje del cartón que conforma las cajas (fig 68)
- ✓ Reducción del área de las solapas (fig. 68 izq.).

Las mejoras propuestas aplicadas a enchufes e interruptores podrían contribuir a reducir el residuo de embalaje de cartón en origen, pero especialmente supondrían un doble ahorro para el fabricante, económico y medioambiental al reducir el impacto en la etapa de producto.

5.5. OBJ 05 Factores que propician comportamientos favorables a la gestión de REEC.

Este apartado profundiza en los aspectos sociales de la gestión de residuos llevada a cabo en las obras analizadas, para completar el análisis medioambiental y económico realizado en los dos primeros puntos.

Se solicita una entrevista con el Director de Calidad y Medioambiente de la Constructora colaboradora, con objeto de plantear las cuestiones surgidas durante el estudio de su gestión de residuos de las obras, conocer las estrategias utilizadas y comprender los factores del comportamiento de los agentes involucrados.

La Constructora describe las acciones llevadas a cabo durante los años en los que construyeron las obras analizadas, y éstas se comparan con los factores identificados en el estado del arte:

Establecimiento de un acuerdo marco para fijar los costes de gestión:

En 2008 se firma un contrato marco con varias empresas de contenedores, por el que se establecen dos zonas y en base a éstas el coste se mantiene fijo en función de la zona en la que se encuentre la obra, independientemente de si el contenido de los contenedores está mezclado o separado. La influencia de los costes de recolección era analizada por Pearce y Turner (2003) cuando la relacionaban con la viabilidad de la gestión enfocada al reciclaje, aludiendo que solo funcionaría en zonas relativamente densas.

Osmani et al (2007) identificaban las recompensas económicas como uno de los impulsores hacia la reducción de RCD por parte de los equipos de diseño; Tam et al (2006) refiere que la viabilidad del reciclaje solo es atractiva cuando el producto reciclado es competitivo con la materia prima a la que sustituye, y Lu (2010) añade que los constructores necesitan comprobar que no incurren en un riesgo económico para aceptar la gestión sostenible de RCD como objetivo a cumplir.

Dentro de las buenas prácticas sugeridas por investigaciones anteriores, del Río Merino et al (2010) y Tam (2008) coinciden en "La contratación de proveedores que gestionen los residuos de sus productos", aspecto que debe considerarse en la fase previa a la construcción.

Equipos de obra:

Dado que muchas de las obras seleccionadas se solapan en el tiempo, la constructora confirma que han sido realizadas por equipos diferentes, por lo que no es posible establecer una relación entre los grados de segregación y las personas que dirigían y gestionaban cada una de las obras.

Begum et al (2009) comprobaron que un 70% de los constructores no practican la segregación in situ si no la tienen especificada en contrato. También afirma que la actitud del constructor hacia la gestión de residuos tiende a cambiar en función del tamaño de la empresa constructora, dependiendo de su política de residuos, pero las 10 obras seleccionadas fueron dirigidas por distintos equipos de la misma empresa.

Formoso et al (2002) y Lu & Yuan (2010) proponen "Planificar reuniones de coordinación y revisión en materia de RCD" para impulsar la segregación in situ, y Lu & Yuan (2010) y Tam (2008) añaden "Realizar charlas para los operarios en materia de RCD".

La rapidez de ejecución como factor determinante:

La constructora informa que ha comprobado que cuando alguna de las obras tiene un programa muy ajustado en el tiempo, el ritmo se antepone a la gestión de residuos y esto anula cualquier intento de segregación en obra.

Parece evidente que si contractualmente el factor de mayor peso es el tiempo de ejecución, los esfuerzos del conjunto de los agentes se dirigirán a cumplir este requisito, por lo que se produciría el escenario descrito por Begum et al (2009) por el que al no tener la gestión de RCD sostenible incluida en el contrato la constructora no destinará recursos a la segregación in situ.

Dificultad de segregar residuos en la fase final de la obra:

La restricción de espacio es identificado como otro motivo que impide o dificulta la segregación in situ: durante los últimos meses de obra se ejecuta la urbanización, debiendo retirarse para ello los contenedores que hasta entonces podían ocupar estos espacios; en algunos casos se trasladan a las rampas del garaje.

Para planificar adecuadamente la gestión de residuos debe considerarse antes del inicio de la obra, por ejemplo con herramientas basadas en BIM por las que se temporicen las actividades para permitir optimizar la gestión (Ahankoob et al, 2012). Del Río Merino et al (2010) proponían a su vez "Planificar el número de contenedores y tamaño necesarios en cada actividad".

Por todo ello, se constata que no es posible apoyar la correcta gestión de RCD y concretamente la de los residuos de envases y embalajes exclusivamente en motivos económicos, puesto que se ha comprobado que no garantizan un ahorro para la constructora. Además desde la misma se reclama un mayor control de las administraciones en destino, a la entrada de las plantas de tratamiento, ya que denuncia que no se ayuda a las empresas concienciadas; las plantas deberían realizar un registro adecuado y riguroso de los contenedores que les llegan y no facilitar certificados cuya trazabilidad no esté garantizada con sus correspondientes registros. Esta labor deberá auditarse por las administraciones periódicamente para homogeneizar los procesos de plantas públicas y privadas y no penalizar a las primeras con un mayor control que actualmente no alcanza las privadas, generándose una competencia desleal.

La constructora indica que existen varios factores que pueden tener gran influencia en los resultados de la gestión de los residuos, entre ellos lo ajustado que se plantee el cronograma y los equipos de obra intervinientes.

Desde el Departamento de Calidad de la constructora, se sugiere a las obras el objetivo de elevar la densidad media de los contenedores y separar al menos uno de

plástico y otro de madera. Para la concienciación del reciclaje se comenzó hace varios años con un objetivo consistente en aumentar el porcentaje de madera procedente de los palés que se devolvía a los suministradores; empezaron con unos valores de retorno del 25% de los palés y llegaron a valores en torno al 96%, lo que repercutía en la obra en forma de devolución de dinero cobrado por los palés, ascendiendo a unos 75.000€/año en el conjunto de las obra en ejecución (Ramos Arias, 2014).

Posteriormente se implantaron objetivos tales como el aumento de la densidad de los contenedores, para disminuir su número y así incrementar el ahorro, y el control desde el almacén central de la recuperación de la chatarra en todas las obras. El dinero obtenido de los residuos metálicos recuperados es destinado a la Fundación que la empresa tiene para el beneficio de sus empleados. Finalmente pusieron en marcha el aumento del número de contenedores de 22 m³ destinados a madera, y la separación y traslado a la fábrica de los residuos de placas de yeso laminado.

Ramos Arias afirma que los programas implantados requieren de una concienciación del personal y de un seguimiento de las medidas que se lleva a cabo por medio de visitas de los técnicos del departamento de calidad y medioambiente, y las auditorías internas. Declara haber comprobado que el problema inicial era que la formación no llegaba a todos los operarios, y no es eficaz si se plantea como misión única del encargado, por ello es importante la formación de todos los trabajadores. Una de las medidas de motivación, establecidas hace cuatro años, es la entrega de un premio anual a una obra por su labor; entre los requisitos que se valoran están la implantación del sistema de gestión de calidad, medioambiente y prevención, la imagen, la planificación y la adopción de medidas ambientales.

Actualmente el objetivo de elevar la densidad de los contenedores está siendo conseguido, habiendo aumentado de una densidad media de contenedores de 0,875 tn/contenedor a 3,7 tn/contenedor. Además, todas las obras separan madera, chatarra y plástico; y devuelven el 96% de los palés, de modo que la madera

desechada en el contenedor es fundamentalmente de encofrados, también separan al menos un contenedor de plástico en cada obra.

Por otro lado, la Constructora indica que las cifras utilizadas en sus Planes de Gestión de Residuos se obtienen en base a estadísticas generadas con los datos registrados por el departamento de Calidad, que pide a las obras que cumplimenten un fichero de registro de los contenedores utilizados en las obras. Esta documentación se actualiza periódicamente y en base a ella se obtienen estadísticas con las que generan los PGR de las obras que acometen; en la actualidad se encuentran en un ratio de 111 kg/m².

Como conclusión, se hace preciso continuar reforzando la formación de los trabajadores, además de establecer objetivos alcanzables (elevar la media de la densidad de los contenedores, llenar al menos un contenedor de plástico, y separar madera y metal, etc.), objetivos que deberán actualizarse gradualmente a medida que se avanza en la mejora de la gestión de RCD y de los embalajes.

5.6. OBJ 06 Buenas prácticas para la gestión de REEC.

En este ultimo apartado se plantean una serie de buenas prácticas centradas en el residuo específico del embalaje, organizadas en base a la implicación de cada uno de los agentes involucrados durante el ciclo de vida del proyecto:

- Fabricantes de productos clave
- Promotor
- Equipo de diseño
- Constructora
- Dirección facultativa

Se añaden dos agentes adicionales: plantas de tratamiento y administraciones públicas, dada su implicación indirecta en el proceso.

5.6.1. Fabricantes de productos clave.

Los fabricantes de materiales de construcción utilizan embalajes para permitir que sus productos lleguen en perfectas condiciones a su destino final en la obra, y tienen la capacidad de modificar tanto el producto como el embalaje con el objeto de minimizar la cantidad de residuo que generará una vez se deseché en la obra, tras haber cumplido su función protectora. Los fabricantes tienen una implicación directa en el diseño de sus productos y los embalajes que los protegen; existe una figura intermediaria, el distribuidor, responsable del embalaje terciario, encargado de hacer llegar el producto a su destinatario final.

A continuación en la tabla 58 se proponen buenas prácticas generales de rediseño dirigidas a los fabricantes de productos y materiales de construcción identificados como grandes generadores de residuos de embalaje:

Material de embalaje	Producto clave	Buenas prácticas para fabricantes	Autor
Cajas de cartón	Mecanismos eléctricos	Reducción del área de solapas laterales	WRAP, 2008
		Rediseño de piezas para optimizar tamaño de caja	RMIT, 1997
	Alicatados	Eliminar cajas individuales sustituyendo por rejilla de cartón	WRAP, 2008
		Reducción del gramaje del cartón que conforma las cajas	WRAP, 2008
Sacos papel kraft	Conglomerados tradicionales	Servir a granel si posible	Lu & Yuan, 2013; del Río et al , 2010
Film de paletizar	Ladrillería	Optimización de mosaicos de paletización	Ecoembes, 2012
	Solados cerámicos		
	Pavimentos de madera		
	Falsos techos		
	Conglomerados tradicionales		
Palets de madera	Ladrillería	Optimización de mosaicos de paletización	Ecoembes, 2012

Tabla 58. Listado de buenas prácticas para fabricantes.

5.6.2. Promotor (productor de los residuos).

El promotor es el responsable de encargar el proyecto a un equipo de diseño, y posteriormente a una empresa constructora que lo ejecute; en ambos casos tiene la capacidad de establecer en sus contratos, con ambas partes, las condiciones que considere necesarias para promover una adecuada gestión de los residuos, por lo que su aportación en la mejora de la gestión de residuos supone fundamentalmente la incorporación de objetivos claros que comprometan al equipo de diseño, al constructor y a la dirección facultativa a participar activamente en la minimización y valorización de los residuos. La tabla 59 recoge las buenas prácticas que el Promotor puede implementar a través de su relación contractual con el resto de los agentes:

Buenas prácticas a imponer desde la figura del Promotor		Autor
Dirigidas a...	Buenas prácticas	
Equipo de diseño	Incorporación al contrato de objetivos de minimización de REEC.	Osmani, 2007
	Obligación de planificar la gestión de REEC con apoyo de herramientas basadas en BIM (que identifiquen el residuo de forma virtual, en la fase de diseño)	Yeheyis, 2013, Ahankoob, 2012
	Selección de materiales, productos y embalajes con contenido en reciclado	Wang, 2010
Constructor	Incorporación al contrato de objetivos de minimización de REEC.	Osmani, 2007
	Obligación de nombrar a un Coordinador de RCD desde el inicio de la obra	Villoria, 2014
	Obligación de planificar la gestión de REEC identificando valorizadores en el área de la obra y estableciendo objetivos de minimización de REEC enviados a vertedero en base a los modelos facilitados por el equipo de diseño	USGBC, 2009
	Compra de materiales, productos y embalajes con contenido en reciclado	Wang, 2010
	Obligación de segregar in situ todos los residuos de embalajes	Audus et al, 2010; del Rio et al, 2009; Martinez, 2009; Tam, 2008
Dirección facultativa	Comprobación periódica del cumplimiento de objetivos de gestión de REEC según los objetivos marcados en el PGR	USGBC, 2009
Promotor	Disponer de un Sistema de Gestión Medioambiental	Epstein & Roy, 2001
	Incorporar estrategia de minimización de RCD en sus políticas de RSC	Balfour Beatty, 2014

Tabla 59. Listado de buenas prácticas para promotores.

5.6.3. Equipo de Diseño.

El Equipo de diseño al desarrollar el proyecto, de acuerdo a las instrucciones del promotor, tiene la obligación de escoger los materiales que considere más apropiados (con las directrices marcadas por el promotor). La fórmula más efectiva para minimizar RCD es mediante cambios en el enfoque del diseño (Ahankoob et al, 2012), e incluso, utilizar herramientas de modelización y de análisis de ciclo de vida

para conocer a priori el impacto que del uso de dichos materiales pueda derivar. Además debe redactar el Estudio de Gestión de Residuos, que marcará la línea a seguir para la constructora que acometa los trabajos.

Por otro lado, las decisiones del equipo de diseño con respecto a los materiales a emplear, con mayor o menor implicación del promotor, tienen su repercusión directa en la cantidad de residuos que se generarán en la obra, no solo de embalajes sino del desperdicio de los distintos materiales que se puedan producir. La idea que sostiene la intervención del equipo de diseño en la reducción de residuos debe ser enfocada en la etapa previa a la construcción, donde el residuo virtual (simulado mediante tecnología BIM durante la fase de diseño), previo al residuo real (el residuo físico en obra), puede ser efectivamente identificado, estimado y reducido (Ahankob et al, 2012). Villoria (2014) realiza una selección de buenas prácticas durante la fase de diseño, que se ordenan en función de la frecuencia en su implementación en la tabla 60, señalándose las relacionadas con REEC:

Código	Buenas prácticas en Fase de Diseño	Autor
D.6	Prever los sobrantes de tierra para utilizarlos en el mismo emplazamiento	Audus et al. (2010)
D.4	Prever un espacio en la obra para el correcto acopio del RCD generado	Begum et al (2009) Lu & Yuan (2010) Wang et al. (2010)
D.3	Utilizar sistemas prefabricados o industrializados que apenas generan residuos	V.W.Y. Tam et al. (2007)
D.7	Detectar aquellas partidas que pueden admitir materiales reutilizables de la propia obra	del Río Merino et al. (2010)
D.5	Optimizar las secciones resistentes para reducir la cantidad de material a utilizar	Osmani et al. (2010)
D.2	Utilizar sistemas constructivos que favorezcan una segregación de sus elementos al final de su vida útil	Osmani et al. (2008)
D.1	Utilizar materiales con un alto contenido en material reciclado	Wang et al. (2010)

Tabla 60. Relación de BP durante la fase de diseño. Fuente: Villoria (2014)

La tabla 61 recoge las buenas prácticas relacionadas con los REEC, dirigidas al equipo de diseño.

Buenas prácticas para equipo de diseño	Autor
Seleccionar materiales y productos con poco embalaje en lo posible, y/o que utilicen embalajes con contenido en reciclado	del Rio et al, 2010
Utilizar herramientas basadas en BIM de apoyo al diseño para identificar el REEC desde el origen y planificar su gestión	(*)
Incluir los modelos a la documentación de la licitación para permitir que el contratista planifique y programe la gestión de los residuos	(*)
Prever en el EGR un espacio para separar y almacenar los residuos de embalajes	Begum et al, 2009 del Rio et al, 2010 Lu & Yuan, 2010 Wang et al, 2010

Tabla 61. Buenas prácticas para el equipo de diseño. () Elaboración propia*

5.6.4. Constructor (poseedor de los residuos).

El Constructor es el poseedor del residuo, y por tanto quien mayor influencia tendrá en la gestión de los mismos durante la obra. El promotor le delega la responsabilidad de una correcta gestión, que comienza con la redacción del PGR.

Villoria (2014) realiza una selección de buenas prácticas durante la fase de construcción, que se ordenan en función de la frecuencia en su implementación en la tabla 62, señalándose las relacionadas con REEC:

Código	Buenas prácticas en Fase de Construcción	Autor
C.3	Contratar proveedores que gestionen los residuos de sus productos	del Rio Merino et al (2010) V.W.Y. Tam (2008)
C.1	Planificar el número de contenedores y tamaños necesarios en cada actividad	del Rio Merino et al (2010)
C.10	Registrar las cantidades de RCD y realizar un control de los mismos	Audus et al. (2010) Martinez Bertrand (2009)
C.12	Realizar controles periódicos sobre el uso de los contenedores de RCD	Audus et al. (2010) Formoso et al. (2002) Lu & Yuan (2010)
C.11	Seguir los planos del proyecto para no crear más rozas o huecos inesperados	Lu & Yuan (2010)
C.6	Realizar una segregación in situ de cada categoría de residuos	Audus et al. (2010) del Rio Merino et al (2009) Martinez Bertrand (2009) V.W.Y.Tam (2008)
C.5	Respetar las instrucciones del fabricante en el acopio del material	Audus et al. (2010) Couto & Couto (2007)
C.7	Distribuir pequeños contenedores en las zonas de trabajo	Audus et al. (2010)
C.8	Realizar charlas para los operarios en materia de RCD	Lu & Yuan (2010) V.W.Y.Tam (2008)
C.4	Reducir el exceso de material solicitado para evitar su rotura en obra	Audus et al. (2010) del Rio Merino et al (2009)
C.2	Comprar materiales que eviten envoltorios innecesarios	del Rio Merino et al (2010)
C.13	Planificar reuniones de coordinación y revisión en materia de RCD	Formoso et al. (2002) Lu & Yuan (2010)
C.9	Utilizar máquinas trituradoras o compactadoras en obra para los RCD	Wang et al. (2010)

Tabla 62. Relación de BP durante la fase de construcción. Fuente: Villoria (2014)

Junto con las buenas prácticas estudiadas en la bibliografía, se añaden las identificadas en la constructora de las obras analizadas en este trabajo, así como las observadas durante una visita a la obra del Centro Botín en el mes de noviembre de 2013, en la bahía de la ciudad de Santander. Allí se comprobó que se llevaba a cabo una impecable gestión de residuos, y entre ellos los residuos de embalajes. Por este motivo se solicitó a la constructora información adicional que permitiera conocer las estrategias empleadas, con el fin de tomarlas como ejemplo de mejores prácticas.

La documentación facilitada fue la siguiente:

- Formación de subcontratistas, clasificada en tres documentos: información básica, información destinada a operarios e información destinada a encargados generales. Se incluye el documento completo de la formación para encargados en los anexos.

- Guía de entrega en contratos: es una guía práctica de comportamiento medioambiental para proveedores y subcontratistas, por el que éstos se comprometen a su firma con la constructora principal a cumplir y hacer cumplir un determinado comportamiento.
- Declaración constructora: documento en el que la constructora principal se compromete a una determinada política de prevención de riesgos laborales, medioambiente y calidad.
- Fotografías de buenas prácticas en la obra. Los residuos de embalajes se recogen en diversos puntos de la obra mediante sacos dispuestos en lugares estratégicos, sujetos mediante pies elaborados con barras de acero, debidamente señalizados para mostrar cual es el material que contienen. Se incluye en los anexos un mayor número de fotografías.



Figura 69. Punto de recogida de residuos de cartón y plásticos en obra Centro Botín.



Figura 68. Detalle de sujeción de sacos e interior de los mismos, en punto de recogida de residuos de cartón y plásticos, Centro Botín.

En la tabla 63 se relacionan las buenas prácticas relacionadas con la gestión de REEC dirigidas a la empresa constructora.

Buenas prácticas para constructor	Autor
Nombrar un Coordinador de gestión de RCD como responsable en obra	Villoria, 2014
Identificar posibles valorizadores para las distintas categorías de REEC previstas en el PGR en el entorno de la obra y contactar con ellos para fijar los mecanismos que permitan maximizar la cantidad de embalajes a reintroducir en el ciclo productivo.	USGBC, 2009
Incorporar objetivos específicos de gestión de REEC en los contratos con proveedores y subcontratas, especialmente en los oficios que manipulan los productos clave identificados como mayores generadores de residuos de embalajes	USGBC, 2009
Registrar todos los movimientos de contenedores reflejando el destino de los residuos	USGBC, 2009
Impartir formación específica sobre gestión de RCD a todos los empleados (contratas y subcontratas) en la obra	Lu & Yuan, 2010 Tam, 2008
Contratar proveedores que recojan los embalajes de sus productos	del Rio, 2010 Tam, 2008
Practicar la segregación in situ, e implantar una "isla ecológica" o punto limpio en la obra	Ramos Arias, 2014
Reutilizar en obra los embalajes que puedan ser aprovechables: plásticos en soleras, cartones en perímetros o juntas de dilatación, palets de madera para tapado o señalización de huecos, etc.	(*)
Prever un espacio para desembalar los productos próximo a los contenedores que vayan a recibir los residuos	ITeC, 2000
No separar los embalajes hasta que se vayan a emplear los productos, para conservarlos en las mejores condiciones	ITeC, 2000
Guardar los embalajes inmediatamente después de separarlos del producto, para evitar que se deterioren, causen desorden en la obra y dificulte su reciclabilidad	ITeC, 2000
Comprar materiales que utilicen embalajes con contenido en reciclado	(*)
Alquilar compactadoras para reducir el volumen de plásticos y cartones cuando la magnitud de la obra lo permita	ITeC, 2000

Tabla 63. Buenas prácticas para la constructora. () Elaboración propia*

5.6.5. Dirección facultativa.

La dirección facultativa debe controlar las estrategias implementadas por la constructora de acuerdo con lo fijado en el PGR y en el contrato entre constructora y

promotor. Deberá asimismo facilitar la segregación in situ y permitir la reutilización de RCD y REEC cuando esto sea posible.

5.6.6. Plantas de Tratamiento de RCD.

Las plantas de tratamiento de RCD participan en el proceso de gestión y su papel para impulsar unas prácticas adecuadas es fundamental, a través del progreso de sus procesos para permitir la trazabilidad de RCD requerida en el procedimiento planteado. A continuación en la tabla 64 se detallan los puntos objeto de mejora:

Buenas prácticas para plantas de tratamiento	Autor
Introducir en sus formularios de registro a la entrada un campo en el que figure la referencia de la obra de la que proceden los residuos (no solo el transportista, su cliente)	(*)
Monitorizar los distintos destinos de los residuos procedentes de cada obra, de modo que se conozcan las cantidades reutilizadas, recicladas, valorizadas y eliminadas	USGBC, 2009
Enviar de forma mensual un resumen de estos registros a la constructora, en los que figuren las cantidades de RCD gestionadas y los destinos de todos ellos	(*)
Facilitar a la constructora el detalle de los datos del punto anterior en soporte informático (tipo excel)	Ramos Arias, 2014

Tabla 64. Buenas prácticas para plantas de tratamiento. () Elaboración propia*

5.6.7. Administraciones Públicas.

La Administración es la responsable de vigilar la gestión que realizan las plantas, y la única, junto con el propio mercado, capaz de impulsar sus prácticas hacia una mayor transparencia y eficiencia. Una vez descrito el entorno de las distintas empresas que gestionan las plantas de tratamiento, se comprueba el beneficio que supondría para el sector un mayor control por parte de la Administración en la gestión realizada por las plantas. En ese sentido se sugiere lo siguiente (tabla 65):

Buenas prácticas para las Administraciones	Autor
Avanzar en el control de las plantas de tratamiento, registrando sus porcentajes alcanzados de RCD desviados de vertedero	(*)
Incentivar la gestión responsable premiando a las constructoras que alcancen porcentajes por encima de los exigidos por la normativa, si posible con ventajas fiscales	Ramos Arias, 2014
Mantener un registro de las constructoras con los porcentajes alcanzados en desvío de RCD de vertedero	(*)

Tabla 65. Buenas prácticas para las administraciones. () Elaboración propia*

El procedimiento diseñado para la gestión de REEC podría extrapolarse al conjunto de los RCD, y la Administración podría optar por obligar a las constructoras que opten a obras públicas a demostrar sus buenas prácticas en materia de gestión de RCD: en la actualidad para contratar una obra con la Administración es preciso disponer de la calificación empresarial, regulada por el Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Para emitir el Documento de Clasificación Empresarial se solicita a la empresa constructora que rellene unas fichas de las obras realizadas, en las que figura el visto bueno de la entidad contratante (Anexo 9).

5.6. OBJ 05 Diseño de procedimiento de gestión de REEC e indicador para medición de impacto.

Si bien el PNIR establecía el objetivo de gestionar el 95% de RCD desde 2011, reduciendo o reutilizando el 40% de los RCD, y valorizar el 70% de los embalajes desde 2010, las administraciones no han desarrollado hasta la fecha mecanismos que permitan monitorizar los resultados de la gestión de RCD, y como se expuso en el estado del arte solamente se exige una cierta transparencia a las plantas de tratamiento de RCD de propiedad pública.

Adaptando los indicadores que proponía la Estrategia Española de Marco Climático y Energía Limpia, Horizonte 2007-2012-2020 (EEC-CEL), la medición del impacto ocasionado por los REEC se podría obtener mediante los siguientes indicadores:

1. *Cantidad de REEC (en peso o en volumen)/m² construidos*. Este indicador alcanza su máxima efectividad si se considera en la **fase de proyecto**, puesto que es capaz de guiar al equipo de diseño hacia unos sistemas constructivos poco generadores de residuos.

En la actualidad los kg/m² ó m³/m² son ratios utilizados fundamentalmente en la fase de construcción, donde se cuantifica la generación de RCD (rara vez la de REEC), lo que no implica ni garantiza una buena gestión. Se considera un primer paso adecuado hacia la mejora, dado que permite estimar si se alcanza el 95% de los RCD gestionados (obligatorio desde el RD 105/2008), pero debe avanzar hacia una gestión responsable y eficaz si se aspira a cumplir el 40% de reducción o reutilización de RCD, y el 70% de REEC (Gobierno de España, 2008).

En cuanto al los embalajes, Ecoembes en el resumen ejecutivo de su V Plan Empresarial de Prevención para 2012-14 (Ecoembes, 2013) reporta que en 2012 se reciclaron el 70,3% de los envases que gestiona, pertenecientes a los sectores de la alimentación, cuidado personal y del hogar, equipamiento del hogar, textil y piel y motor y ocio. Los materiales de construcción no figuran entre los productos cuyos

embalajes quedan registrados en la gestión de Ecoembes, por lo que aunque se cumple el objetivo (fig. 71), no es en los embalajes que proceden del sector de la construcción.

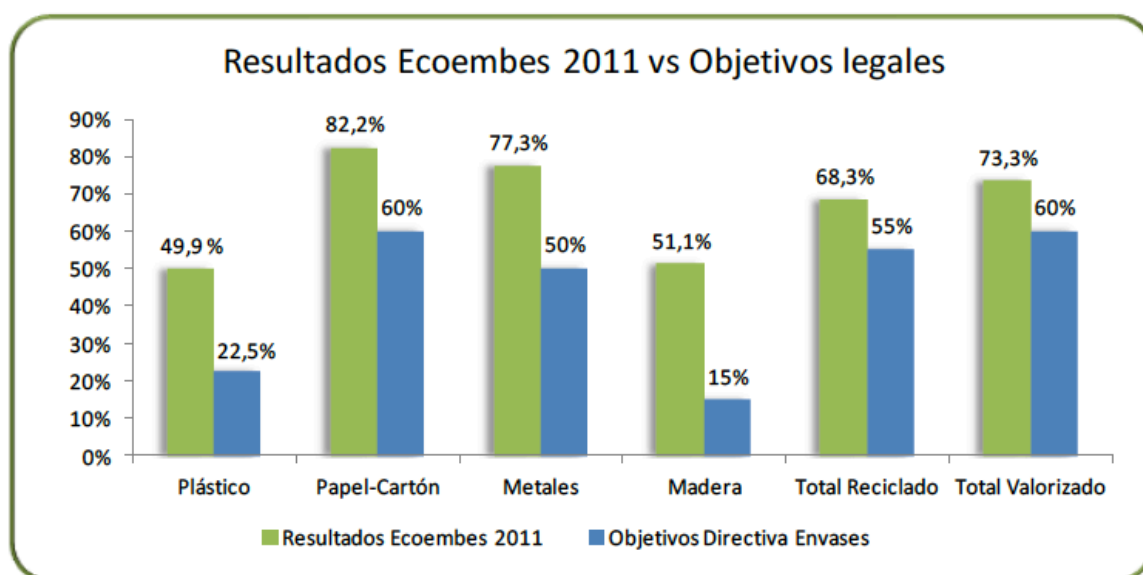


Figura 69. Resultados de reciclaje 2011 vs Objetivos directiva. Fuente: ECOEMBES.

2. REEC reutilizados ó reciclados/ REEC totales (en peso o en volumen), considerando la **fase de construcción**. Este indicador en definitiva es el que los sellos de sostenibilidad sugieren para los RCD, fijando como objetivo desviar de vertedero la mayor cantidad posible de RCD, midiéndolo en porcentaje.

Considerando que en la actualidad se cumple el requerimiento del RD 105/2008 de gestionar todos los RCD en plantas autorizadas, se supone que una buena gestión debe implicar no solo el cumplimiento estricto de la ley, sino además avanzar en el camino de la sostenibilidad tratando de aprovechar al máximo los subproductos generados como RCD en las obras mediante su reutilización, el reciclaje y la valorización, de modo que ningún material potencialmente valorizable sea enviado a vertedero, entre ellos los embalajes.

De este modo se impulsaría al sector de la construcción hacia el objetivo planteado como *Zero Packaging Waste to Landfill*. Para ello es imprescindible que concurren

una serie de factores que afectan en mayor o menor medida a todos los agentes que intervienen durante el ciclo de vida de un proyecto de edificación, y con esta consideración se aborda el diseño del procedimiento que optimizará la gestión de RCD y posteriormente de los REEC.

El sistema de gestión de RCD que se propone, parte de los parámetros planteados en el RD 105/2008, reforzando los requisitos que establecen los artículos 4 y 14. El artículo 4 define las obligaciones del productor de RCD, y entre ellas establece el contenido mínimo que debe tener un Estudio de Gestión de Residuos (EGR).

El equipo de diseño, redactor del proyecto de ejecución, es el responsable de redactar el EGR, por encargo del productor de residuos o promotor. Actualmente los software utilizados para realizar las mediciones permiten generar a partir de éstas otros documentos de proyecto, y uno de ellos es el EGR. Se revisa el contenido del EGR realizado con Cype (Anexo X) y se comprueba que sus apartados están alineados con los requerimientos del artículo 4, por lo que si el redactor del proyecto aporta un EGR similar a éste, que cumple adecuadamente, el procedimiento queda justificado. No obstante la primera tarea importante del equipo de diseño consiste en la minimización de RCD mediante la selección de sistemas constructivos poco generadores de residuos, y para ello existen herramientas basadas en BIM que pueden desempeñar un importante papel (Ahankoob et al, 2012). El artículo 14 del RD 105/2008 fija el contenido mínimo del Plan de Gestión de Residuos (PGR).

El responsable de redactar el PGR es el poseedor de los residuos o constructor, por orden del promotor. Se comprueba el contenido del PGR redactado por la constructora de las obras (Anexo x): si bien es relativamente completo, no se aprecian los contenidos indicados en los apartados f y g, y además, no se concretan plazos para alcanzar los objetivos específicos de valorización planteados (apdo. b).

Por todo ello se decide proponer un procedimiento de gestión con la base aportada por el artículo 14, incorporando un sistema de registro que garantice la trazabilidad

de la gestión. Para ello además se crea una figura que, dentro del equipo de obra, será la responsable del proceso: el Coordinador de la Gestión de RCD.

El Sistema de Gestión de REEC planteado se basa e integra en el propuesto por Villoria (Villoria, 2014) para RCD, conformado por 8 procesos:

- Proceso 1: Redacción del documento EGR
- Proceso 2: Redacción del documento PGR
- Proceso 3: Organización de la gestión de REEC
- Proceso 4: Comunicación
- Proceso 5: Formación
- Proceso 6: Seguimiento de la gestión de REEC
- Proceso 7: Control de la documentación
- Proceso 8: Evaluación del sistema

Villoria propone un mapa de procesos del Sistema de Gestión de RCD basado en el conjunto formado por lo requerido por el RD 105/2008 y las buenas prácticas identificadas, abarcando la totalidad de los RCD. El objeto de la presente Tesis Doctoral son los REEC, y en la descripción del proceso que se realiza a continuación se detallan específicamente los aspectos vinculados con dicha tipología de residuos.

Proceso 1. Redacción del EGR, en el que se identificarán y cuantificarán los REEC y las etapas en las que son generados. Para ello se utilizará alguno de los métodos de cálculo existentes, especificándose la herramienta utilizada. La planificación del momento en el que son generados los REEC servirá como base para dimensionar y situar los contenedores y espacios requeridos para acopiar los residuos hasta su retirada de la obra.

Proceso 2. Redacción del PGR. Basado en el EGR, durante su preparación se incorporará al mismo una ficha que permitirá registrar periódicamente las salidas de REEC de la obra, ya sea en contenedores o por cualquier otro sistema. Los envases o

embalajes considerados residuos peligrosos quedan excluidos del procedimiento y deberán gestionarse según lo establecido en la normativa vigente.

La ficha de recogida de datos en este proceso parte de las cantidades de REEC identificadas en el PGR, que se completarán en las tres columnas de la izquierda, señaladas bajo el PGR:

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS		
Código LER	Descripción del residuo	Cantidad (Kg o m ³)
Total REEC (previsión PGR)		

Tabla 66. Ficha de recogida de datos REEC en PGR. Elaboración propia.

Proceso 3. Organización de la gestión de REEC: con la cuantificación realizada en el PGR se adelantará una prospección de los valorizadores locales para preparar un listado y facilitar la gestión una vez que comiencen las obras. Es recomendable que la tarea la lleve a cabo el Coordinador de la gestión de RCD. Una vez iniciada la obra, el Coordinador de la gestión de RCD gestionará los REEC valorando las opciones de valorización identificadas al principio, con el objeto de minimizar la cantidad de REEC que se eliminan en vertedero. Se actualizará la ficha de registro (tabla 67) con periodicidad mensual, con ayuda de los certificados aportados por los valorizadores y las plantas de tratamiento. Estos deberán ser archivados.

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS			REEC VALORIZADOS (V)		
Código LER	Descripción del residuo	Cantidad (Kg o m ³)	Identificación del Valorizador	Cantidad (kg o m ³)	Registro
Total REEC (previsión PGR)			Total Valorizados		

Tabla 67. Ficha de recogida de datos REEC con identificación de valorizadores. Elaboración propia.

Proceso 4. Comunicación. Este punto considera la necesaria comunicación a todos los agentes involucrados de la metodología planteada para gestionar los REEC, de modo que todo el personal de obra, los suministradores, los valorizadores y las plantas de tratamiento conozcan y asuman el procedimiento.

Proceso 5. Formación. La formación al personal de obra y subcontratistas se plantea, al igual que en la obra del Centro Botín, clasificada en tres documentos: información básica, información destinada a operarios e información destinada a encargados generales

Proceso 6. Seguimiento de la gestión de REEC. La información de la tabla 68 se cumplimentará al menos con periodicidad mensual, y a la finalización de la obra se calculará el porcentaje de REEC desviado de vertedero (Z) en base a los datos recogidos en la ficha.

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS			REEC VALORIZADOS (V)			REEC ELIMINADOS (E)		
Código LER	Descripción del residuo	Cantidad (Kg o m ³)	Identificación del Valorizador	Cantidad (kg o m ³)	Registro	Identificación Vertedero	Cantidad (kg o m ³)	Registro
Total REEC (previsión PGR)			Total Valorizados			Total Eliminados		
Total de REEC generados en durante la construcción:					V+E		Kg/m ³	
Porcentaje de REEC desviados de vertedero (Z):					$(V/V+E) \times 100$		Z (%)	

Tabla 68. Ficha de registro de gestión de residuos. Elaboración propia.

El responsable del seguimiento de la gestión de REEC, de acuerdo con el Sistema de Gestión de Villoria (2014) es el Coordinador de Gestión de RCD en obra (fig. 72).

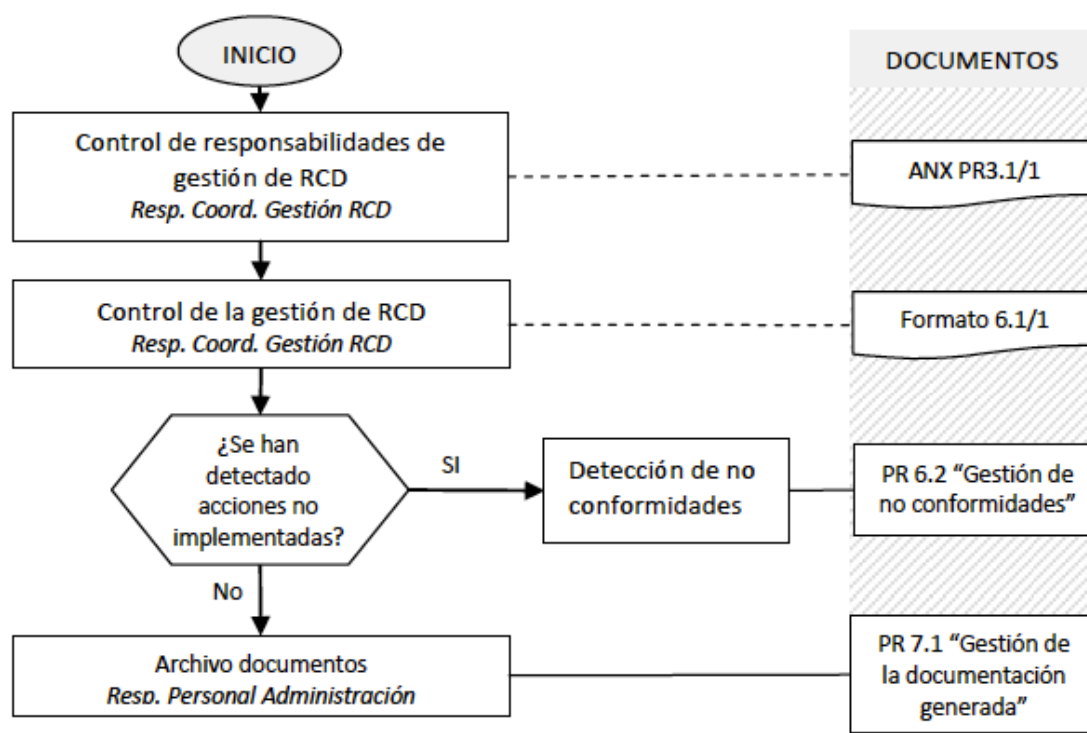


Figura 70. Flujograma de Proceso 6.1. Seguimiento de la Gestión de RCD. Fuente: Villoria, 2014.

Proceso 7. Control de la documentación. Con el cierre de la obra se reunirán todos los certificados de valorizadores y plantas de tratamiento archivados y se incorporarán como parte de la documentación generada, demostrando la trazabilidad de los datos plasmados en la tabla 68.

Los responsables del control de la documentación de gestión de REEC, quedan reflejados en el flujograma de Villoria (2014) para el proceso 7 de su Sistema de Gestión (fig. 73):

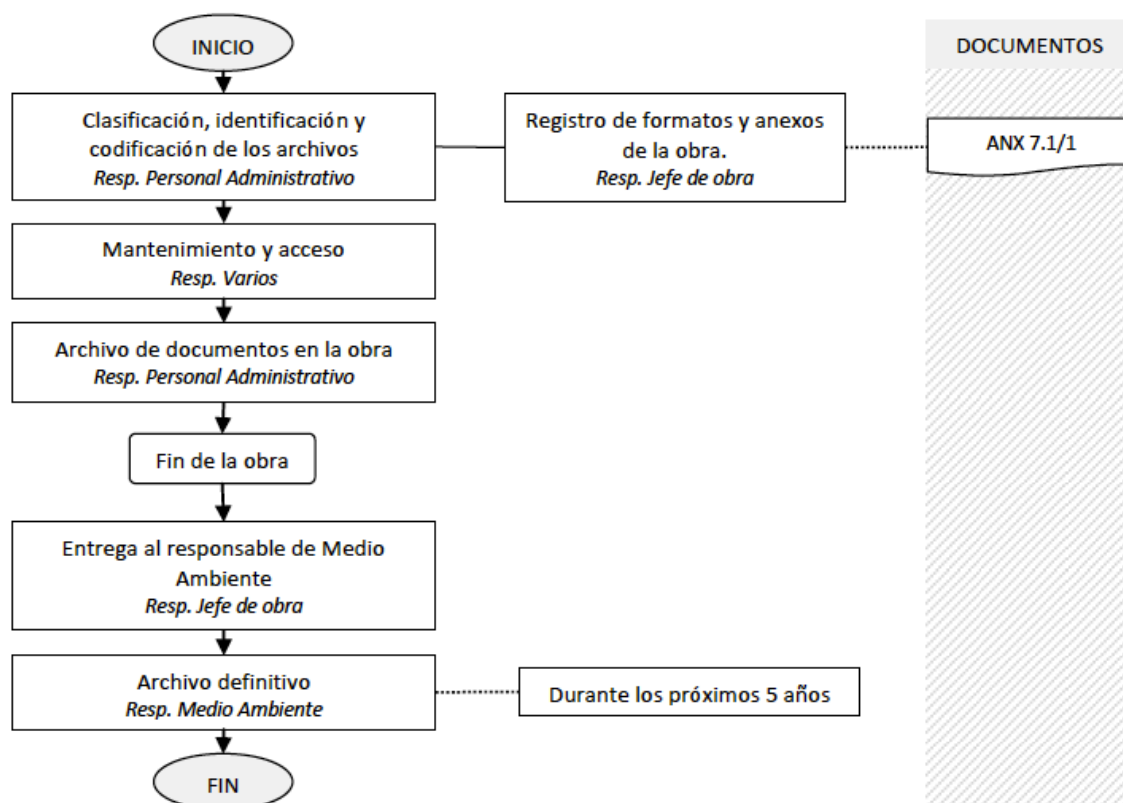


Figura 71. Flujograma Proceso 7.1. Control de la documentación generada. Fuente: Villoria, 2014.

Proceso 8. Evaluación del sistema. La empresa constructora, a la vista del porcentaje logrado como resultado de los REEC desviados de vertedero podrá valorar la gestión realizada; de este modo podrá gradualmente plantear objetivos más ambiciosos, hasta llegar al escenario óptimo: Cero REEC a Vertedero.

Se propone incentivar este procedimiento mediante una recompensa económica si se alcanza un objetivo que se fijará en base a la legislación vigente, actualmente del 40%. Recordar que diversas investigaciones (Osmani et al, 2007), (Shen et al, 2010) constataban la importancia de incentivos y legislación para favorecer una adecuada gestión de RCD. Esto podría articularse no solo en forma de descuentos en las tasas de licencias, sino además premiando a las constructoras con su inscripción en un registro de gestores de RCD sostenibles, incrementando su imagen de RSC.

Para garantizar un alto porcentaje de REEC desviados de vertedero (Z) debe realizarse un esfuerzo integral en todas las fases del proyecto: reducción en origen

mediante técnicas constructivas poco generadoras de residuos de embalajes en fase de proyecto, planificación de la gestión de REEC incluyendo la identificación de potenciales valorizadores cercanos a la obra, participación de todas las contratas y subcontratas en la segregación in situ de los REEC y en la optimización de la capacidad de los contenedores.

6. CONCLUSIONES

Finalmente se presentan las conclusiones a los objetivos marcados, en base a la metodología establecida y los resultados obtenidos.

6.1. Conclusiones al OBJ 01, Cuantificación y categorización.

Las conclusiones alcanzadas en el objetivo de cuantificación y categorización para el análisis realizado sobre la gestión "real" son las siguientes:

- Los niveles de segregación in situ alcanzados son muy bajos: oscilan entre el 0% y el 8,31%.
- El ratio de generación de RCD/m² para las obras analizadas es de 114,74 kg/m², oscilando entre 86,74 kg/m² y 164,68 kg/m².
- El ratio del coste de la gestión de RCD/m² para las obras analizadas es de 2,42 €/m², oscilando entre 1,70 €/m² y 2,94 €/m². La estrecha variación refleja la escasa influencia del grado de segregación alcanzado con respecto al coste de la gestión global. Para las obras analizadas, el coste de gestión de un contenedor de RCD mezclado es el mismo que para un contenedor con un único residuo, es decir, la segregación in situ en éstas obras no supone una recompensa económica.

6.2. Conclusiones al OBJ 02, Patrones de generación de REEC.

La identificación de los patrones de generación de REEC permite localizar los capítulos de la obra en la que se producen y los materiales clave responsables de su generación:

- Los trabajos de las fases de cerramientos e instalaciones suman más del 50% del global de REEC generado en las obras.
- El residuo de cartón predomina en el capítulo de instalaciones, concretamente en el apartado de electricidad.

- El residuo de plástico predomina en el capítulo de particiones, y considerando por separado las obras de tabiquería tradicional prevalece en estructura y revestimientos, mientras que en las obras de tabiquería de yeso laminado el plástico predomina en el apartado de particiones y estructura. Todos ellos corresponden con capítulos en los que existen materiales muy abundantes que se suministran paletizados (ladrillos, bovedillas), y el residuo plástico procede del film de paletizar.
- El residuo de madera predomina en el capítulo de fachadas en la media de las 10 obras, si bien tomando las obras de tabiquería tradicional prevalece en el apartado de particiones.
- El capítulo de electricidad genera el 75% de residuo de cartón en la obra, y concretamente las unidades de interruptores y enchufes.
- Tras la electricidad, el segundo capítulo que más residuo de cartón genera es el de revestimientos, con las unidades de alicatados y conglomerados tradicionales como responsables: el primero por las cajas en las que se sirven los azulejos, y en el segundo por los sacos de papel kraft para yesos y cementos.
- El residuo de plástico se genera a lo largo de la obra de manera más uniforme que el cartón, destacando el capítulo de particiones, con un 26%, estructuras con un 20% y revestimientos con un 19%.
- Dentro del apartado de particiones (incluyendo tabiquerías, puertas, armarios y barandillas) el plástico se genera fundamentalmente en las unidades de tabiquerías.
- El plástico generado en revestimientos corresponde principalmente con las unidades de suelos y pavimentos y falsos techos.
- El residuo de madera se encuentra principalmente en cerramientos, con un 35% y en particiones con un 24%.
- Dentro del apartado de cerramientos las unidades responsables de generar madera son fundamentalmente las fábricas y los trasdosados.
- La aplicación de los precios y acuerdos existentes para la gestión de RCD en una gestión teórica con mayor grado de segregación, supone un ahorro

económico de tan sólo el 2%, lo que confirma la carencia de motivos económicos en esas condiciones para impulsar la segregación in situ.

6.3. Conclusiones al OBJ 03, Valoración de las opciones de gestión de RCD.

Las conclusiones alcanzadas en cuanto a la comparación de las opciones de gestión de RCD son las siguientes:

- Se observan diferencias muy notables entre la gestión real analizada, la prevista en el PGR de la constructora y la teórica planteada con Arquímedes de Cype. Los ratios obtenidos son los siguientes: 0,087 t/m² para la gestión real, 0,120 t/m² para el PGR previsto por la constructora y 0,063 t/m² obtenido mediante Arquímedes. Los valores indicados se encuentran dentro del rango observado en las investigaciones consultadas.

6.4. Conclusiones al OBJ 04, Cuantificación de impacto del eco-rediseño de producto clave.

Tras seleccionar los enchufes e interruptores como productos clave generadores de residuo de cartón, se concluye lo siguiente:

- Se observa una variación poco significativa en el índice Kr/Kp, tras comparar dos marcas de distintos fabricantes.
- Se identifican diferentes estrategias basadas en el estudio realizado que permitirían minimizar el cartón empleado en las cajas de enchufes y mecanismos.

6.5. Conclusiones al OBJ 05, Factores que propician un comportamiento favorable hacia la gestión de REEC.

El análisis de los factores que impulsan comportamientos favorables hacia la gestión de REEC permite realizar las siguientes conclusiones:

- La viabilidad económica es el factor más importante, la motivación de las empresas está muy vinculada al posible ahorro, y los incentivos económicos pueden ayudar a impulsar la gestión sostenible de las constructoras.
- El éxito del reciclaje también está condicionado al valor del producto que se recicla: cuando el producto reciclado es competitivo con la materia prima a la que sustituye el reciclaje será viable.
- Uno de los factores recomendables en la elección de proveedores es que éstos gestionen los residuos de sus productos.
- La inclusión en el contrato de obra de la obligación de segregar in situ es un factor decisivo para los equipos de obra.
- Se comprobó que el factor tiempo de ejecución tiene una influencia negativa: las obras con programas muy ajustados no realizan segregación in situ.
- La planificación es un factor con mucho peso a la hora de facilitar la segregación, ya que facilitará que haya espacios adecuados y permitirá prever con tiempo los acuerdos con los distintos valorizadores.
- El planteamiento de objetivos alcanzables en cuanto a segregación es un factor que motiva a los equipos de obra y establece expectativas claras desde la empresa.
- La formación de todo el personal es otro factor imprescindible para lograr resultados favorables en la gestión de REEC.

6.6. Conclusiones al OBJ 06, Buenas prácticas para la gestión de REEC.

Dentro del conjunto de buenas prácticas identificadas para los agentes involucrados en el ciclo de vida del proyecto, cabe destacar las siguientes:

- Los fabricantes de productos pueden mediante procesos de eco-rediseño optimizar sus envases y embalajes con el consiguiente ahorro económico, que además redundará en la reducción en origen de los REEC.
- Los promotores, a través de su relación contractual con el resto de agentes, tienen la capacidad de establecer objetivos de reducción, planificación y gestión sostenible de los REEC.

- El equipo de diseño debe considerar como objetivo la minimización de REEC, y para ello puede contar con la ayuda de herramientas que le permitan planificar los residuos desde el origen y la manera de gestionarlos.
- El constructor debe incorporar estrategias de formación e información para todos los trabajadores de la obra en sus sistema, establecer contractualmente los objetivos de gestión de REEC con sus subcontratistas y proveedores, y realizar un seguimiento de la gestión para identificar puntos de mejora.
- Las plantas de tratamiento deben mejorar sus procesos para ser capaces de aportar una trazabilidad del destino que de los RCD que reciben.
- Las Administraciones son responsables de inspeccionar la gestión de las plantas, y a su vez deben ser impulsoras en sus obras de medidas de gestión de RCD ejemplares para el mercado.

6.7. Conclusiones al OBJ 07, Procedimiento de gestión de REEC.

En el último apartado se plantea un procedimiento de gestión de REEC integrable dentro del Sistema de Gestión de la empresa constructora, específico para este tipo de residuos:

- Se confirma que es viable incorporar un sistema de gestión específica de REEC integrado en el Sistema de Gestión de la empresa.
- Su implantación permite conocer el grado de cumplimiento del objetivo planteado, con el fin de acercar la gestión hacia el "Cero REEC a Vertedero".

Como conclusión final, el conocimiento de los patrones de generación de los REEC contribuye a facilitar una adecuada planificación de la gestión de los mismos, y con la participación de todos los agentes es posible dar viabilidad al objetivo principal de esta Tesis Doctoral: contribuir a la mejora de la gestión actual de los REEC, reintroduciéndolos en el ciclo productivo.

7. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

Se plantean diversas líneas de investigación abiertas durante la redacción del presente trabajo:

- Profundizar en el análisis de ciclo de vida del embalaje en las dos etapas que corresponderían con las fases delimitadas en el proyecto: etapa de producto durante la fase de diseño, y etapa de fin de vida para la fase de construcción.
- Diseñar un sistema de medición para evaluar la gestión social y ambiental de las obras.
- Profundizar en la utilización de entornos BIM para conocer con antelación los patrones de generación de los distintos tipos de RCD y en base a ellos adaptar las medidas de gestión impuestas por la normativa para avanzar en el camino hacia el *Zero Waste to Landfill*.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACCIONA (2013). Memoria de Sostenibilidad 2012. Madrid: Acciona.
- AENOR (2001). UNE-CR 13910:2001. Envases y embalajes. Informe sobre los criterios y metodologías para el análisis de ciclo de vida de envases y embalajes.
- AHANKOOB, A., KHOSHNAVA, S. M., ROSTAMI, R., & PREECE, C. (2012) BIM Perspectives on Construction Waste Reduction. Management in Construction Research Association (MiCRA). Postgraduate Conference, International Conference in Malaysia, 2012.
- AIDIMA. Blog de información y actualidad relacionadas con la calidad del mueble. Envases, embalajes y medio ambiente. <http://www.simbolocalidad.com/blog/envases-embalajes-y-medio-ambiente>. Consultado el 02/11/2013.
- ANDRÉS ORTEGA, S., GONZÁLEZ PERICOT, N. (2011). Certificaciones Internacionales en Sostenibilidad. Apuntes del Máster de Project Management, UEM.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD (2012). Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría: EMAS. AEC Centro Nacional de Información de la Calidad.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE RECICLADORES DE PALÉS (ANREPA). On line http://www.anrepa.com/informacion_tecnica/. Consultado el 22 de febrero de 2014.
- AVENDAÑO FRANCO, A.G. (2013). The role of design practice in packaging sustainability in Australia. Thesis. School of Architecture and Design. RMIT University, March 2013.
- BAKKER, C. (2006) Food Matters. Sustainable Consumption and Production: Opportunities and Challenges. 23, 117.
- BALFOUR BEATTY (2013). Our goals and metrics. Our blueprint for sustainable business. Balfour Beatty, Reino Unido.
- BEGUM, R. A., SIWAR, C., PEREIRA, J. J., & JAAFAR, A. H. (2009). Attitude and behavioral factors in waste management in the construction industry of Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(6), 321-328.

- BERGER, K.R. (2002) A brief history of packaging. On line <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AE/AE20600.pdf>. Consultado el 10 de abril de 2014.
- BEST FOOD FORWARD (2013) Embedding environmental sustainability in product design. WRAP, UK.
- BLAY-PALMER, A. (2008) Food fears: from industrial to sustainable food systems. Aldershot, England, Ashgate Publishing.
- BOUYGUES CONSTRUCTION. (2013) CSR Report 2013. Bouygues Construction, France.
- BRE (2009). SMARTWaste Plan: The Site Waste Management Plan and Waste Measurement Tool from BRE User Guide, Version 3. BRE, Reino Unido.
- BREEAM ES. Manual BREEAM ES Comercial, versión Beta. Edición 2010.
- CALOMARDE, J.V. (2000) Marketing ecológico. Pirámide.
- CALVER, G. (2003) What is packaging design? Mies, Switzerland, Rotovisión.
- CARBON TRUST, 2012. Carbon footprinting management guide. On line www.carbontrust.com Consultado 27/04/2014.
- CCT-RCD de Moralarzal. "Actividades". On line <http://www.ctinertes.es/cti-moralzarzal/actividades/> Consultado 30/03/2013.
- CEDEX (2002) Catálogo de residuos utilizables en construcción. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. On line: <http://www.cedexmateriales.vsf.es/view/default.aspx>. Consultado el 20 de mayo de 2014.
- CENTRE CATALÀ DEL RECICLATGE. Casos pràctics d'ecodisseny. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. http://www20.gencat.cat/docs/arc/Home/Ambits%20dactuacio/Valoritzacio%20_%20Reciclatge/Reciclatge%20a%20la%20industria/Disseny%20per%20al%20reciclatge/guia_ecodisseny.pdf . Consultado el 27/01/2014.
- CENTER FOR DESIGN AT RMIT (1997). Introduction to EcoReDesign. RMIT. Melbourne Victoria, Australia.
- CHAN, K. (1998). Mass communication and pro-environmental behaviour: waste recycling in Hong Kong. *Journal of Environmental Management*, 52(4), 317-325.

- CHENG, J. C., & MA, L. Y. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste management*, 33(6), 1539-1551.
- CIOBAN, C. (2010). Packaging waste management. *Agricultural Management/Lucrari Stiintifice Seria I, Management Agricol*, 12(2).
- CMNUCC (1992). Cumbre de la Tierra. Rio de Janeiro.
- COELHO, A., & DE BRITO, J. (2011). Distribution of materials in construction and demolition waste in Portugal. *Waste Management & Research*, 29(8), 843-853.
- COLES, R. (2011) Introduction. In: COLES, R. & KIRWAN, M.J. (EDS). *Food Packaging Technology*. London, Blackwell Publishing.
- COMISIÓN EUROPEA (2011). Libro Verde sobre la modernización de la política de contratación pública de la UE. Hacia un mercado europeo en la contratación pública más eficiente. Comisión Europea. Bruselas, 27 de enero de 2011.
- COMUNIDAD DE MADRID (2003). Ley 5/2003 de 20 de marzo, sobre residuos. BOE 65-10725.
- COMUNIDAD DE MADRID (2006). Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición 2006-2016). Comunidad de Madrid, pp.57.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (2011). El medio ambiente en la Comunidad de Madrid 2010-11: Capítulo III. Residuos. Comunidad de Madrid.
- CONSTRUCTION MATERIAL RECYCLING ASSOCIATION (2005). *Construction Material Recycling Association*, Chicago, Illinois. On line: <http://www.cdrecycling.org/>. Consultado el 1 de octubre de 2014.
- CONWAY, E. (2009). *50 Economic Ideas You Really Need to Know*. Quercus.
- CYPE INGENIEROS (2013). *Cype Ingenieros Database V.2014 C ed.* Cype Ingenieros, S.A. Valencia, España.
- DEL RÍO MERINO, M., GARCÍA NAVARRO, J., VILLORIA SAEZ, P. (2011). Legal aspects which implement good practice measures in the management of construction and demolition waste. *The Open Construction & Building Technology Journal*, 5 (Suplemento 2), 124-130.
- DEL RIO MERINO, M. , IZQUIERDO GRACIA, P., SALTO WEIS AZEVEDO, I. (2010). Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. *Waste Management & Research*, 28 (2), 118-129.

DE SESIONES, S. C. P. (1972). Naciones Unidas.

DIEZ REYES, M.C., GARCÍA NAVARRO, J., MAESTRO MARTINEZ, L., DEL RIO MERINO, M., SALTO-WEIS AZEVEDO, I. (2000) Glosario de Sostenibilidad en Construcción. AENOR.

ECOEMBALAJES ESPAÑA, S.A. (2012). V Plan Empresarial de Prevención 2012-2014. ECOEMBES. On line: http://www.ecoembes.com/sites/default/files/pep_2012_-_documento_completo.pdf. Consultado el 15 de agosto de 2013.

ECR EUROPE, EUROPEN (2009). Packaging in the Sustainability Agenda: A Guide for Corporate Decision Makers. ECR Europe and the European Organization for Packaging and the Environment (EUROPEN). Brussels. On line: <http://www.packagingfedn.co.uk/images/reports/Packaging%20in%20the%20Sustainability%20Agenda-A%20Guide%20for%20Corporate%20Decision%20Makers.pdf>. Consultado el 8 de agosto de 2013.

EPSTEIN, M. J., ROY, M. J. (2001). *Sustainability in action: Identifying and measuring the key performance drivers*. Long Range Planning, 34(5), 585-604.

EUROPEAN COMMISSION (2010) *FWC Sector Competitiveness Studies Nº B1/ENTR/06/054 - Sustainable Competitiveness of the Construction Sector*. On line: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/files/compet/sustainable_competitiveness/ecorys-final-report_en.pdf. Consultado el 5 de mayo de 2014.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2012) Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2012. Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets. European Environment Agency. Denmark.

FCC Construcción (2013). Memoria de Sostenibilidad. Madrid: FCC Construcción.

FEFCO: THE EUROPEAN FEDERATION OF CORRUGATED BOARD MANUFACTURERS. FEFCO Corrugated Packaging. On line: www.fefco.org. Consultado el 17 de febrero de 2014.

- FISHER, C., WERGE, M., & REICHEL, A. (2009). EU as a Recycling Society. Present Recycling Levels of Municipal Waste and Construction & Demolition Waste in the EU. European Topic Centre on Resource and Waste Management.
- FUNDACIÓN ENTORNO (1998). Libro Blanco de la Gestión Medioambiental en la Industria Española. Madrid, España.
- GARCÍA NAVARRO, J., GONZALEZ DÍAZ, M.J. (2013). Sostenibilidad en la Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.
- GBCe. Manuales de la Herramienta VERDE. Marzo 2010.
- GENERALITAT VALENCIANA (2006) Guía de envases y residuos de envases. Consejo de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación de la Comunidad Valenciana.
- GENERALITAT VALENCIANA (2013) Las buenas prácticas medioambientales en la construcción (C. Medio Ambiente y Transporte). Generalitat Valenciana.
- GJØLBERG, M. (2009). Measuring the immeasurable?: Constructing an index of CSR practices and CSR performance in 20 countries. *Scandinavian Journal of Management*, 25(1), 10-22.
- GOBIERNO DE ARAGÓN (2007) Guía de buenas prácticas medioambientales para los trabajadores del sector de la construcción y demolición (O. de Medio Ambiente y Transporte). Gobierno de Aragón.
- GOBIERNO DE CASTILLA LA MANCHA (2007) Guía de buenas prácticas en la gestión de RCDs. Gobierno de Castilla la Mancha.
- GOBIERNO DE ESPAÑA (2001). I Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006). Boletín Oficial del Estado.
- GOBIERNO DE ESPAÑA (2002). Orden MAM 304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (pp. 6494-6515). Boletín Oficial del Estado. Ministerio de Medio Ambiente.
- GOBIERNO DE ESPAÑA (2008). II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2008-2015). Boletín Oficial del Estado (pp.19938-19948). Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- GOBIERNO DE LA RIOJA (2003). Proyecto Europeo Life + Sinergia. Online: <http://www.lifesinergia.org/sinergia.htm>. Consultado el 20 de octubre de 2014.

- GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL RÍO MERINO, M. (2011). Management of Waste from Packaging of Construction Materials. The Open Construction and Building Technology Journal. 5, (Suppl 2-M5) 149-155.
- HARRISON, R., SHAW, D., NEWHOLM, T. (2005) The ethical consumer. London, Sage Publications.
- HENDRIKS, C.F., PIETERSEN, H.S. (2000). Report 22: Sustainable Raw Materials: Construction and Demolition Waste-State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee 165-SRM (Vol. 22). RILEM publications.
- HICKMANN, L. (2005). A good life. The guide to ethical living. New Zealand.
- INSTITUT DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA. (2000). Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición. Barcelona. ITEC.
- IPCC (2001) Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change. On line: <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis-syr/english/wg2-summary-policymakers.pdf> Consultado el 1 de junio de 2014.
- INSTITUT DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA. (2000). Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición. Barcelona. ITEC. ISBN: 84-7853-382-6.
- JAILLON, L., POON, C. S., & CHIANG, Y. H. (2009). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste management*, 29(1), 309-320.
- JEFATURA DEL ESTADO (1975). Ley 42/1975 de Desechos y residuos sólidos, de 21 de noviembre de 1975. BOE A1975-23921.
- KATZ, A., & BAUM, H. (2011). A novel methodology to estimate the evolution of construction waste in construction sites. *Waste management*, 31(2), 353-358.
- LIN, Z.W. (2006) Model development for estimating the quantity of a single building's demolition waste. National Central University, Taiwan.
- LU, W., YUAN, H. (2010). Exploring critical success factors for waste management in

- construction projects in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (2), 201-208.
- LUCHENA MOZO, G.M., PATÓN GARCÍA, G. (2008). Fiscalidad de los residuos en el ámbito autonómico. Bosh. ISBN: 978-84-9790-449-0.
- LLATAS, C. (2011). A model for quantifying construction waste in projects according to the European Waste List. *Waste Management* 31, 1261-1276.
- MACE (2014). Sustainability. Online: <http://www.macegroup.com/about-mace/sustainability>. Consultado el 01/11/2014.
- MAGRAMA (2013). Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020. Secretaría de Estado de Medio Ambiente. 27 de noviembre de 2013.
- MAGRAMA (2014). Diagnóstico del Sector Residuos en España nº7. Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/AyP_RESIDUOS_V10_tcm7-323997.pdf. Consultado el 09/10/2014.
- MÁLIA, M., DE BRITO, J., PINHEIRO, M. D., & Bravo, M. (2013). Construction and demolition waste indicators. *Waste Management & Research*, 31(3), 241-255.
- MAÑA I REIXACH, F., SAGRERA I CUSCÓ, A., GONZÁLEZ I BARROSO, J.M. (2000). Plan de Gestión de Residuos en las obras de construcción y demolición. ITEC. Programa Life. Dirección General de Medio Ambiente. DGXI Comisión Europea.
- MAÑA I REIXACH, F., SAGRERA I CUSCÓ, A., GONZÁLEZ I BARROSO, J.M. (2000). Situación actual y perspectivas de futuro de los residuos de la construcción. ITEC. Programa Life. Dirección General de Medio Ambiente. DGXI Comisión Europea.
- MCDONALD, B., & SMITHERS, M. (1998). Implementing a waste management plan during the construction phase of a project: a case study. *Construction Management & Economics*, 16(1), 71-78.
- MEADOWS, D. (1972) *The Limits to Growth*. Club de Roma, Ed. Universe Books, New York.
- MEADOWS, D., RANDERS, J., MEADOWS, D.L. (1993). *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green Publishing

Company.

MEADOWS, D., RANDERS, J. (2012) *Les Limites à la Croissance (Dans un Monde Fini)*. Rue de l'échiquier.

MERCADER MOYANO, M.P., RAMIREZ DE ARELLANO AGUDO, A. (2013). Selective classification and quantification model of C&W waste from material resources consumed in residential building construction. *Waste Management & Research*. Vol. 31, num. 5, pag. 458-474.

MINISTERIO DE FOMENTO (2005). *Principios de Gestión de Calidad*. Capítulo IV: La gestión por procesos. Madrid, Ministerio de Fomento.

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. Información general de clasificaciones. Gobierno de España. On line: <http://www.minhap.gob.es/es-ES/Servicios/Contratacion/Junta%20Consultiva%20de%20Contratacion%20Administrativa/Paginas/informacionGeneralClasificacion.aspx>. Consultado el 21 de agosto de 2014.

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Real Decreto 782/1998 de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. BOE núm. 104, págs. 14701-14716.

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. BOE núm. 38, págs. 7724-7730.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Residuos. Perfil Ambiental de España 2008. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/2_5residuos_tcm7-2158.pdf. Consultado el 8 de enero de 2013.

MURGA MENOYO, M.A. (2013). *Desarrollo Sostenible. Problemáticas, Agentes y Estrategias*. McGraw Hill.

NAVAS, N. (2014) Plástico reciclado para hacer más duraderas las carreteras. Cinco Días, 20 de julio de 2014. Disponible online: http://cincodias.com/cincodias/2010/11/29/empresas/1291041593_850215.html

- OHL (2014). Informe de Sostenibilidad OHL 2013. Online: <http://memoria2013.ohl.es/doc/Informe-Sostenibilidad-2013.pdf> Consultado el 01/11/2014.
- OSMANI, M., GLASS, J., & PRICE, A. D. (2008). Architects' perspectives on construction waste reduction by design. *Waste Management*, 28(7), 1147-1158.
- PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO (1991). Directiva 191/689/CEE de 12 de diciembre, relativa a los residuos peligrosos. Vol. 50, pp. 20-27.
- PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO (1994). Directiva 94/62/CE de 20 de diciembre, relativa a envases y residuos de envases.
- PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO (2008). Directiva 2008/98/CE de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Planta de Residuos Inertes de Salmedina. "Reciclaje de RCD". On line <http://salmedinatri.com/RCD-residuos.php> Consultado el 02/04/2013
- PEARCE D., TURNER R.K. (2003). The economics of packaging waste management: conceptual overview. CSERGE. University College London and University of East Anglia. ISSN 0967-8875.
- PLASTICS EUROPE (2012). Plastic Packaging: Born to protect. Plastics Europe
- PILSDITCH, J. (1961) The silent salesman: How to develop packaging that sells. London, Business Publications.
- PNUMA (2011) *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. Síntesis para los encargados de la formulación de las políticas*. On line www.unep.org/greeneconomy. Consultado del 5 de mayo de 2014.
- POON, C. S., & JAILLON, L. (2002). *A guide for minimizing construction and demolition waste at the design stage*. Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University.
- PRESTO (2014). QMASS Catálogo de Presto: Estudio de Gestión de Residuos. Presto, España.
- PUIG, I., & CITLALIC, A. (2001) *La efectividad de los impuestos ambientales sobre el vertido y la incineración de residuos existentes en España*. Instituto de Estudios

Fiscales.

- RAMOS ARIAS, M. (2013). Proyecto de reciclaje de placas de yeso laminado en Arpada. Artículo presentado en el Workshop of Environmental Impact of Buildings, Madrid.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2001). Envase. En Diccionario de la Lengua Española (22a edición). Recuperado de: <http://lema.rae.es/drae/?val=envase>
- RODRIGUEZ JERÓNIMO, G. (2006). Estudio del funcionamiento de los sistemas de gestión de la calidad y el medioambiente en el sector de la construcción de la Comunidad de Madrid. Universidad de Granada. ETSICCP. Granada, España.
- SEROR, N., HARELI, S, PORTNOV, B.A. (2014). *Evaluating the effect of vehicle impoundment policy on illegal construction and demolition waste dumping: Israel as a case study*. Waste Management.
- SEYDEL, A., WILSON, O. D., & SKITMORE, M. (2002). Financial evaluation of waste management methods: a case study. *Journal of Construction Research*, 3(1), 167-180.
- SHEN, L. Y., TAM, V. W., TAM, L., & JI, Y. B. (2010). Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 254-259.
- SOLIS-GUZMÁN, J., MARRERO, M., MONTES-DELGADO, M.V., RAMIREZ DE ARELLANO, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, vol. 29, Pag. 2542-2548.
- SPA 2004a. Creating Links and Achieving Change: Packaging sustainability in the supply chain. Melbourne: Sustainable Packaging Alliance (SPA).
- SPA 2004b. Sustainable Packaging and the Consumer: Round Table Series. Melbourne: Sustainable Packaging Alliance (SPA).
- COALITION, S.P. (2009). Sustainable Packaging Indicators and Metrics Framework. Disponible online: http://www.smartpackaging.org.nz/assets/spc_indicator_metrics_framework.pdf Consultado el 10 de agosto de 2013.
- SUSTAINABLE PACKAGING COALITION. COMPASS. Online <http://www.sustainablepackaging.org/content/?type=5&id=compass-comparative-packaging-assessment> Consultado el 12 de agosto de 2013.

- SYMONDS GROUP LIMITED (1999). Construction and Demolition Waste Management Practices and their Economic Impact. Report to DGXI, Final Report. European Commission.
- TAM, CM, TAM, V. W.Y., CHAN, J.K.W., & NG, W.C.Y. (2005). Use of prefabrication to minimize construction waste-a case study approach. *International Journal of Construction Management*, 5(1), 91-101.
- TAM, V., TAM, C.M. (2006). A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 47 (3), 209-221.
- TAM, V. W., TAM, C. M., ZENG, S. X., & NG, W. C. (2007). Towards adoption of prefabrication in construction. *Building and environment*, 42(10), 3642-3654.
- TONGLET, M., PHILLIPS, P. S., & BATES, M. P. (2004). Determining the drivers for householder pro-environmental behaviour: waste minimisation compared to recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 42(1), 27-48.
- UNE-EN 15804. Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos básicas para productos de construcción. AENOR. Julio 2012.
- USGBC. LEED Reference Guide for New Construction and Major Renovations. 2009 Edition. US Green Building Council.
- VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN - OFICINA DE PROYECTOS EUROPEOS. (2014). Guía Básica Horizon 2020. Universidad Politécnica de Madrid.
- VILLORIA SÁEZ, P. (2014). Sistema de gestión de RCD en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en ejecución de obra. Tesis Doctoral. UPM, 2014.
- YAM, KIT L. (2009) Packaging. From The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology (3rd edition). LTC.
- YEHEYIS, M., HEWAGE, K., ALAM, M. S., ESKICIOGLU, C., & SADIQ, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15(1), 81-91.
- WACKERNAGEL, M., & REES, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (No. 9). New Society Publishers.

- WANG, J., YUAN, H., KANG, X., & LU, W. (2010). Critical success factors for on-site sorting of construction waste: a China study. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 931-936.
- WILSON, O. D., SKITMORE, M., & SEYDEL, A. (1998). Waste Management in the Construction Industry.
- WRAP. *Achieving good practice Waste Minimisation and Management*. Waste & Resources Action Programme. Oxon, 2011.
- WRAP. *Case Studie: Cardboard packaging optimisation: best practices techniques*. Waste & Resources Action Programme. Oxon, June 2008.
- ZÁRATE, A., VALLÉS, J., TRUEBA, C. (2007). *Tributación ambiental en un contexto federal. Una aplicación empírica para los residuos industriales en España*. Universidad de Zaragoza.

9. INDICIOS DE CALIDAD

Durante el desarrollo de la tesis han tenido lugar diversas ponencias en congresos, y se han publicado dos artículos; todo ello se detalla a continuación por orden cronológico.

GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL RÍO MERINO, M. (2010). Gestión de residuos de embalajes en una obra de edificación. I Congreso Nacional de Investigación Aplicada a la Gestión de la Edificación (COIGE). Universidad de Alicante, Junio de 2010.

GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL RÍO MERINO, M. (2010). Gestión de residuos procedentes de embalajes de materiales de construcción en obras de edificación. II Congreso Nacional de Investigación y Edificación. EUATM, Universidad Politécnica de Madrid, Diciembre de 2010.

GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL RÍO MERINO, M. (2011). Management of Waste from Packaging of Construction Materials. The Open Construction and Building Technology Journal. 5, (Suppl 2-M5) 149-155.

GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL RÍO MERINO, M. (2012). Waste management trends in the construction market: the approach of sustainability certification tools. 2nd International Conference on Construction and Building Research (COINVEDI). Universitat Politècnica de Valencia, Noviembre de 2012.

GONZÁLEZ PERICOT, N., DEL SOLAR SERRANO, P., DEL RÍO MERINO, M. (2013). Alternativas para la optimización del ratio de reciclaje de los residuos de construcción en edificación: el enfoque de los sellos de certificación en sostenibilidad. I Congreso Internacional y III Nacional de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes. Universidad de Sevilla, Mayo de 2013.

GONZÁLEZ PERICOT, N., VILLORIA SÁEZ, P., DEL RÍO MERINO, M., LIÉBANA CARRASCO, O. (2014). Production patterns of packaging waste categories generated at typical Mediterranean residential building worksites. *Waste Management*, 34(11), 1932-1938.

Participación en la revisión de la guía BREEAM ES Nueva Construcción, Categoría RSD, dentro del Grupo de Trabajo de Residuos (Anexo 10).

10. ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Listado de respuesta a las principales preocupaciones medioambientales de los Europeos. Fuente: Special Eurobarometer 416.</i>	19
<i>Tabla 2. Relación de normativa vigente en materia de residuos. Fuente: Villoria, 2014.</i>	35
<i>Tabla 3. Composición de los RCD. Fuente: El Medio Ambiente en la C. de Madrid 2010-11.</i>	47
<i>Tabla 4b. Listado de gestores RCD autorizados C.A.M. Fuente: www.madrid.org</i>	51
<i>Tabla 5. Funciones típicas de un envase. Fuente: ECR Europe y EUROPEN (2009)</i>	61
<i>Tabla 6. PNIR. FUENTE: Perfil ambiental de España 2008. MAGRAMA.</i>	69
<i>Tabla 7. Consideraciones de diseño de envases. Fuente: ECR Europe y EUROPEN (2009)</i>	70
<i>Tabla 8. Datos de envases y residuos de envases: EU-27+Noruega (2006). Fuente: EUROPEN.</i>	81
<i>Tabla 9. Impactos e indicadores evaluados en VERDE. Fuente: GEA VERDE V02.</i>	99
<i>Tabla 10. Peso y volumen medio de RCD por m2 construido. Fuente: Villoria (2014).</i>	105
<i>Tabla 11. Porcentaje de cada categoría de RCD sobre el volumen total generado. Fuente: Villoria (2014)</i>	106
<i>Tabla 12. Estudios previos de cuantificación de RCD en obras de nueva construcción residencial. Fuente: Villoria (2014)</i>	111
<i>Tabla 13. Valores medios de caracterización y cuantificación de residuos. Fuente: ITeC.</i>	113
<i>Tabla 14. Residuos producidos durante la obra y comparación de resultados. Fuente: ITEC.</i>	113
<i>Tabla 15. Factores con influencia en la fase de diseño.</i>	117
<i>Tabla 16. Factores que afectan al comportamiento de constructores hacia la gestión de RCD.</i>	120
<i>Tabla 17. Factores que afectan al comportamiento en ciertas prácticas de gestión de RCD.</i>	124
<i>Tabla 18. Resumen de las investigaciones realizadas sobre BP en la gestión de RCD. Fuente: Villoria (2014).</i>	136
<i>Tabla 19. Tabla modelo para una obra que opta al sello LEED en gestión de RCD</i>	139
<i>Tabla 20. Cuadro resumen para justificar el crédito de Gestión de Residuos en LEED.</i>	141
<i>Tabla 21. Cuadro resumen para justificar el crédito de Gestión de Residuos en LEED.</i>	141
<i>Tabla 22. Ratios para gestión estándar, buenas y mejores prácticas por material. Fuente: Achieving good practice waste minimisation and management. WRAP.</i>	150
<i>Tabla 23. Datos extractados de las Memorias de gestión. Fuente: http://www.ctinertes.es/cti-moralzarzal/actividades/</i>	156
<i>Tabla 24. Tasas porcentuales de recuperación del CCT-RCD de Moralarzal. Fuente: http://www.ctinertes.es/cti-moralzarzal/actividades/</i>	157
<i>Tabla 25. Porcentaje de participación en el peso del 100% del RCD según información de la web de la Planta de Salmedina.</i>	158
<i>Tabla 26. Número de edificios construidos en España de 2005-12 según tipo de obra. Fuente: Gobierno de España (2013)</i>	174
<i>Tabla 27. Resumen de obras analizadas.</i>	175
<i>Tabla 28. Resumen de datos de albaranes de RCD para las obras analizadas.</i>	200
<i>Tabla 29. Nivel de segregación [S] en las obras analizadas</i>	201
<i>Tabla 30. Ratio de generación de RCD por unidad de superficie en las obras analizadas.</i>	202

<i>Tabla 31b. Resumen de gestión económica de RCD realizada en las obras analizadas.</i>	207
<i>Tabla 32. Ratio coste gestión RCD por m2 construido.</i>	207
<i>Tabla 33. Ratios y grado de segregación en OB01-10.</i>	208
<i>Tabla 34b. Detalle del desglose de categorías de residuos generado en EGR con Arquímedes.</i>	211
<i>Tabla 35. Total de REEC en peso y volumen en valores absolutos normalizados por unidad de superficie, media 10 obras.</i>	213
<i>Tabla 36. Resumen de la media de residuos de envases y embalajes generados en las 10 obras, en peso y volumen por unidad de superficie</i>	215
<i>Tabla 37. Resumen de la media de REEC generados en las 5 obras de tabiquería de ladrillo: OB01-02-03-05-10, en peso y volumen.</i>	217
<i>Tabla 38. Resumen de la media de REEC generados en las 5 obras de tabiquería de yeso laminado: OB04-06-07-08-09, en peso y volumen.</i>	218
<i>Tabla 39. Tendencia de embalaje predominante en función del tipo de tabiquería.</i>	220
<i>Tabla 40. Generación de cartón durante el capítulo de instalaciones, media 10 obras.</i>	221
<i>Tabla 41. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, media 10 obras.</i>	221
<i>Tabla 42. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, tab. tradicional.</i>	222
<i>Tabla 43. Generación de cartón durante el capítulo de revestimientos, tab. seca.</i>	223
<i>Tabla 44. Generación de plástico durante el capítulo de particiones, media 10 obras</i>	224
<i>Tabla 45. Generación de plástico durante el capítulo de revestimientos.</i>	225
<i>Tabla 46. Generación de plástico durante los revestimientos, con tab. tradicional.</i>	225
<i>Tabla 47. Generación de plástico durante los revestimientos, con tab. seca.</i>	226
<i>Tabla 48. Generación de madera durante el capítulo de cerramientos</i>	227
<i>Tabla 49. Resumen de productos clave grandes generadores de embalajes.</i>	227
<i>Tabla 50. Volumen en porcentajes según EGR para OB06.</i>	228
<i>Tabla 51. Coste de gestión de RCD para OB06 según % de volumen teórico de tabla 49.</i>	229
<i>Tabla 52. Comparativa de la cantidad de residuos por tipo, en peso, para la OB06: Gestión Real/PGR Constructora/EGR Cype.</i>	230
<i>Tabla 53. Ratio RCD peso/superficie OB06: Gestión Real/PGR Constructora/EGR Cype.</i>	231
<i>Tabla 54. Ratios RCD investigaciones anteriores.</i>	232
<i>Tabla 55. SIMON 31 peso de embalaje.</i>	235
<i>Tabla 56. JUNG LS990 peso de embalaje.</i>	236
<i>Tabla 57. Indice Kw/Kp para embalajes analizados.</i>	236
<i>Tabla 58. Listado de buenas prácticas para fabricantes.</i>	245
<i>Tabla 59. Listado de buenas prácticas para promotores.</i>	246
<i>Tabla 60. Relación de BP durante la fase de diseño. Fuente: Villoria (2014)</i>	247
<i>Tabla 61. Buenas prácticas para el equipo de diseño. (*) Elaboración propia</i>	248
<i>Tabla 62. Relación de BP durante la fase de construcción. Fuente: Villoria (2014)</i>	249
<i>Tabla 63. Buenas prácticas para la constructora. (*) Elaboración propia</i>	252
<i>Tabla 64. Buenas prácticas para plantas de tratamiento. (*) Elaboración propia</i>	253
<i>Tabla 65. Buenas prácticas para las administraciones. (*) Elaboración propia</i>	254
<i>Tabla 66. Ficha de recogida de datos REEC en PGR.</i>	259
<i>Tabla 67. Ficha de recogida de datos REEC con identificación de valorizadores.</i>	260
<i>Tabla 68. Ficha de registro de gestión de residuos.</i>	261

11. ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ciclo de vida del producto envasado. Fuente: www.europen-packaging.eu</i>	22
<i>Figura 2. Impactos del ciclo de vida del envase. Fuente: European Protection Agency, 2000.</i>	23
<i>Figura 3. Impactos ambientales en las distintas etapas del ciclo de vida. Fuente: Introduction to EcoReDesign, Center for Design at RMIT, 1997.</i>	26
<i>Figura 4. Generación de residuos por actividad económica en 2010. Fuente: EUROSTAT.</i>	40
<i>Figura 5. Previsión de generación de RCD 2006-2016. Fuente: PR RCD Madrid.</i>	46
<i>Figura 6. Ciclo de gestión de los RCD. Fuente: Ministerio de Agricultura y Medioambiente.</i>	48
<i>Figura 7. Cabina de triaje, Planta de Moralarzal.</i>	48
<i>Figura 8. Trómel con ventilador y electroimán, Planta de Moralarzal.</i>	49
<i>Figura 9. Túnel con ventilador y electroimán, Planta de Moralarzal.</i>	49
<i>Figura 10. Panorámica de obra de Acero-Tech en Las Marías, Torrelodones. Llegada de módulo prefabricado a obra, recién desembalado.</i>	54
<i>Figura 11. Contenedor con restos de embalaje de módulo prefabricado de Acero-Tech.</i>	55
<i>Figura 12. Detalles de materiales embalados en obra de Acero-Tech, Las Marías, Torrelodones.</i>	55
<i>Figura 13. Niveles de envasado. Fuente: ECR EUROPE, EUROPEAN (2009).</i>	60
<i>Figura 14. Formación de cartón corrugado. Fuente: www.fefco.org</i>	63
<i>Figura 15. Cartón corrugado sencillo. Fuente: www.fefco.org</i>	64
<i>Figura 16. Cartón corrugado simple y doble. Fuente: www.logismarket.com</i>	64
<i>Figura 17. Evolución de indicador Kr/Kp entre 1999 y 2011. Fuente: ECOEMBES.</i>	71
<i>Figura 18. Cumplimiento reportado por los Estados Miembros para el reciclaje de residuos de embalajes (Datos de 2010). Fuente: Eurostat.</i>	80
<i>Figura 19. Relación entre (PIB y pesos de envases adheridos a Ecoembes) per cápita. Fuente: ECOEMBES.</i>	85
<i>Figura 20. Ciclo de gestión de residuos de envases. Fuente: MAGRAMA (2008)</i>	86
<i>Figura 21. Símbolo del "Punto Verde". Fuente: ECOEMBES.</i>	87
<i>Figura 22. Contenedor lleno de restos de embalajes mezclados en obra de Acero-Tech en Las Marías, Torrelodones.</i>	92
<i>Figura 23. Distribución de certificados EMAS por sectores de actividad económica. Fuente: D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, MAGRAMA (2012)</i>	96
<i>Figura 24. Esquema de gestión de los residuos. Fuente: ITeC.</i>	112
<i>Figura 25. Valores finales de referencia sobre la producción de residuos en la obra (m3/m2 construido). Fuente: ITeC.</i>	114
<i>Figura 26. Theory of Planned Behaviour adaptada de Ajzen (1991). Fuente: Tonglet et al, 2004.</i>	121
<i>Figura 27. Métricas de impulsores de sostenibilidad y financieros. Fuente: Epstein y Roy, 2001.</i>	127
<i>Figura 28. Enfoque sistemático para reducción de residuos. Fuente: Ahannkoob et al, 2012.</i>	129
<i>Figura 29. Revisión de índice RSC basado en rendimiento. Fuente: Gjölberg, M. 2009.</i>	132
<i>Figura 30. Principales aplicaciones de los plásticos en España. Fuente: Informe Citoplast (2009).</i>	135
<i>Figura 31. Ejemplo de certificado de gestor de residuos para obra LEED.</i>	140
<i>Figura 32b. LEED Template MR CDW Management. Fuente: USGBC LEED v4.</i>	143
<i>Figura 33. Premios R ECOEMBES 2013 a la mejor iniciativa empresarial. Fuente: Ecoembes.</i>	153
<i>Figura 34. Acopios de plásticos, papel y madera en Planta de Pinto.</i>	159
<i>Figura 35. Vista general del interior de la planta y vertedero, con balas de plástico acopiadas, Planta de Pinto.</i>	159
<i>Figura 36. Modelo de Scorecard. Fuente: Our goals and Metrics. Balfour Beatty.</i>	164

Figura 37. Ficha tipo.	177
Figura 38. Detalle de residuos de embalaje aportado por Arquímedes para unidad de luminaria. ..	180
Figura 39. Detalle de Impacto ambiental en la fase de distribución. Fuente: Introduction to EcoReDesign, Center for Design at RMIT, 1997.	182
Figura 40. Proceso de definición de política y estrategia de una organización. Mº Fomento, 2005.	185
Figura 41. Esquema de diseño de indicador de eficiencia en la gestión de REEC.....	186
Figura 42. Ficha resumen Obra 01.	189
Figura 43. Ficha resumen Obra 02.	190
Figura 44. Ficha resumen Obra 03.	191
Figura 45. Ficha resumen Obra 04.	192
Figura 46. Ficha resumen Obra 05.	193
Figura 47. Ficha resumen Obra 06.	194
Figura 48. Ficha resumen Obra 07.	195
Figura 49. Ficha resumen Obra 08.	196
Figura 50. Ficha resumen Obra 09.	197
Figura 51. Ficha resumen Obra 010.	198
Figura 52. Ejemplo de albarán de admisión de contenedor en Planta de Navalcarnero.....	199
Figura 53. Resumen de gestión real: ratio de generación de RCD y segregación en obra.	202
Figura 54. Gráficos de evolución descriptiva densidades medias de RCD en obras analizadas.	203
Figura 55. Gráficos de evolución descriptiva densidades medias de RCD en obras anallizadas.	204
Figura 56. Nivel de segregación alcanzado según la cronología de comienzo de las obras.	205
Figura 57. Relación entre ratio de gestión económica RCD y % segregación.	209
Figura 58. Gráfico del total de REEC según tabla 34.	214
Figura 59. Evolución descriptiva del residuo de envases y embalajes en peso.	216
Figura 60. Evolución descriptiva del residuo de envases y embalajes en volumen.....	216
Figura 61. Evolución descriptiva del residuo de embalaje en peso por unidad de superficie.....	219
Figura 62. Evolución descriptiva del residuo de embalaje en volumen por unidad de superficie.	219
Figura 63. SIMON 31: caja con 20 marcos.....	234
Figura 64. SIMON 31: caja individual para dos marcos.	234
Figura 65. JUNG LS990 caja para 10 marcos.	235
Figura 67. Caja con 20 cercos en 10 cajas por pares.....	237
Figura 68. Caja de enchufes/mecanismos y caja con cercos.	238
Figura 70. Detalle de sujeción de sacos e interior de los mismos, en punto de recogida de residuos de cartón y plásticos, Centro Botín.	251
Figura 71. Resultados de reciclaje 2011 vs Objetivos directiva. Fuente: ECOEMBES.	256
Figura 72. Flujograma de Proceso 6.1. Seguimiento de la Gestión de RCD. Fuente: Villoria, 2014. ..	262
Figura 73. Flujograma Proceso 7.1.Control de la documentación generada.Fuente: Villoria, 2014.	263
Figura 75. Formación de encargados: instrucciones para desechar plásticos.	351
Figura 76. Formación de encargados: instrucciones para desechar papel y cartón.	351
Figura 77. Formación de encargados: instrucciones para desechar maderas.	352
Figura 78. Formación básica de personal: instrucciones para desechar REEC.	352
Figura 79. Zona de acopios señalizada, contigua a punto de recogida de residuos de cartón y plásticos en obra Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.....	353
Figura 80. Detalle de señalización de punto de recogida de papel y cartón, Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.	353
Figura 81. Detalle de señalización de punto de recogida de plástico, Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.	354

12. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACV:	Análisis de Ciclo de Vida
AENOR:	Asociación Española de Normalización
AIDIMA:	Instituto Tecnológico del Mueble, Madera, Embalaje y Afines
AMI:	Applied Market Information
BIM:	Building Information Modelling
BPF:	British Plastic Federation
BRE:	Building Research Establishment
BREEAM:	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CEDEX:	Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas
CEPI:	Confederation of European Paper Industries
CMNUCC:	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNAE:	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
COMPASS:	Comparative Packaging Assessment
CSR:	Corporate Social Responsibility
DMR:	Directiva Marco de Residuos
DNV:	Der Norske Veritas
ECOEMBES:	Ecoembalajes España
ECR EUROPE:	European Conservatives and Reformists
EEC-CEL:	Estrategia Española de Marco Climático y Energía Limpia
EGR:	Estudio de Gestión de Residuos
EMAS:	Eco Management and Audit Scheme
EPRO:	European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations
EUROPEN:	European Organization for Packaging and the Environment
FEFPEB:	European Federation of Wooden Pallet and Packaging Manufacturers
FSC:	Forest Stewardship Council
GEA VERDE:	Guía del Evaluador Acreditado VERDE
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GERD:	Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción Demolición
IISBE:	International Initiative for Sustainable Building Environment
ITEC:	Instituto de la Tecnología de la Construcción

LEED:	Leadership in Energy and Environmental Design
MAGRAMA:	Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente
MIT:	Massachusetts Institute of Technology
ONU:	Organización de Naciones Unidas
PEP:	Plan Empresarial de Prevención de residuos de envases
PGR:	Plan de Gestión de Residuos
PNIR:	Plan Nacional Integrado de Residuos
PNRCD:	Plan Nacional de Residuos de Construcción Demolición
PNUMA:	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAE:	Real Academia Española
RCD:	Residuos de Construcción demolición
REE:	Residuos de Envases y Embalajes
REEC:	Residuos de Envases y Embalajes de Construcción
RSC:	Responsabilidad Social Corporativa
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos
SDDR:	Sistema de Depósito, Devolución y Retorno
SAFE:	Sustainable Agriculture Food and Environment
SBA:	Sustainable Building Alliance
SGA:	Sistema de Gestión Ambiental
SIG:	Sistema Integrado de Gestión
SPA:	Sustainable Packaging Alliance
TPB:	Theory of Planned Behaviour
USGBC:	United States Green Building Council
VERDE:	Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios
WGBC:	World Green Building Council
WRAP:	Waste and Resources Action Programme

13. TERMINOLOGÍA

Cargas ambientales: Cargas ambientales son el uso de recursos y la producción de residuos, olores, ruidos y emisiones nocivas para el suelo, agua y aire.

Certificación: Es la validación de los resultados de la evaluación por un tercero que dispone de los conocimientos necesarios y es independiente del proyectista, promotor y desarrollador de la herramienta de evaluación.

Criterios (VERDE) ó Créditos (LEED) ó Requisitos (BREEAM): Son entidades que permiten caracterizar el edificio mediante un aspecto específico (i.e. Consumo de energía primaria, emisiones de CO₂, consumo de agua potable, etc.). Cada criterio debe ser independiente de los otros.

Envase: todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se consideran también los artículos desechables utilizados con este mismo fin.

Etiquetado: Prueba del cumplimiento de una clasificación o el resultado de una certificación expedido por un certificador.

Evaluación: Una puntuación o resultado relativo a la aplicación de una norma o a un proceso de valoración global. La evaluación puede realizarla el interesado (autoevaluación) o un tercero.

Gestión de residuos: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Fin de la condición de residuo: determinados residuos específicos podrán dejar de ser residuo cuando hayan sido sometidos a una operación de valorización, incluido el reciclado, y cumplan los criterios específicos que se elaboren con arreglo a las condiciones siguientes: las sustancias u objetos resultantes se usen habitualmente para finalidades específicas; exista un mercado o una demanda para dichas sustancias u objetos; las sustancias u objetos resultantes cumplan los requisitos técnicos para finalidades específicas, la legislación existente y las normas aplicables a los productos; y el uso de la sustancia u objeto resultante no genere impactos adversos para el medio ambiente o la salud.

Indicador ambiental: Los impactos se cuantifican mediante indicadores. Un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones. Un indicador medioambiental de un edificio cuantifica un aspecto medioambiental en términos de cargas ambientales o impactos. Los indicadores trasladan el concepto de desarrollo a términos numéricos, medidas descriptivas, signos y señales de tendencias. Las medidas e indicadores de sostenibilidad combinan información social económica y medioambiental, e ilustran las relaciones dentro y entre sistemas.

Impacto económico: Cualquier cambio en las condiciones económicas tanto parcial o total, adverso o beneficioso, resultante de los efectos de los elementos físicos del proyecto o de la forma que el proyecto es gestionado.

Impacto social: Cualquier cambio social o de la calidad de vida, tanto parcial o total, adverso o beneficioso, resultante de los efectos de los elementos físicos del proyecto o de la forma que el proyecto es gestionado en relación con el ser humano y los sistemas cultural y social.

Lista LER: Lista Europea de Residuos, aprobada por Decisión 2000/532/CE, y transpuesta mediante Orden Ministerial MAM/304/2002. La inclusión de una sustancia, material o producto en la lista LER no le da la condición de residuo, salvo que se cumpla estrictamente lo establecido en la DMR.

Prevención: aquellas medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo, con el objetivo de reducir la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de su vida útil, para reducir los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana, o reducir el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Residuo: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

Subproducto: aquella sustancia u objeto resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u objeto, que: es seguro que va a ser utilizado ulteriormente; puede utilizarse directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial normal; se produce como parte integrante de un proceso de producción; tiene un uso ulterior legal, es decir, que cumple todos los requisitos pertinentes aplicables, relativos a los productos y a la protección del medio ambiente y de la salud, y que no producirá impactos adversos para el medio ambiente o la salud humana.

Valorización energética: tiene lugar por la incineración de los residuos obteniendo pequeñas cantidades de residuos y energía proveniente de los materiales contenidos.

Valorización material: es la obtención de nuevos materiales, o el reciclaje de parte de ellos, para evitar el uso de nuevas materias primas. Los materiales que se pueden valorizar son los envases ligeros, papel, cartón, vidrio o materia orgánica. En este último caso la valorización se hace mediante el compostaje o digestión anaeróbica.

14. ANEXOS

14.1. Lista de comprobación técnica GST 2: Código de Conducta Social y Medioambiental del Constructor. BREEAM ES.

GST 2: Código De Conducta Social Y Medioambiental Del Constructor

A. ACCESO SEGURO Y ADECUADO:

Esta sección pretende demostrar que el constructor gestiona la obra de una forma que garantiza un acceso seguro y adecuado al emplazamiento, y alrededor y dentro de éste. Los siguientes elementos demuestran el cumplimiento de esta sección:

REF	Criterios	V	Pruebas / Referencias necesarias	Validación / Justificación
a	<p>Se proporciona acceso adecuado y seguro a la obra. Esto debe incluir como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dotación de aparcamiento en la obra o cerca de ella O un nodo de transporte público con una frecuencia media de menos de 30 minutos y a menos de 500 m O un servicio dedicado de transporte, proporcionado por el contratista y con destino a un nodo principal de transporte público. • Buena iluminación Y barreras adecuadas Y superficies uniformes, es decir, no hay riesgo de tropiezos fuera de los límites de la obra. • Todos los accesos deben estar limpios y libres de barro / lodo. • Las vallas o andamios deben estar bien iluminados por la noche Y las redes del andamiaje están colocadas y en buen estado de mantenimiento. 		<p>Consulte una copia del plan de aparcamiento y compruebe los horarios del transporte público o servicio dedicado</p> <p>Ver sobre el terreno</p> <p>Ver sobre el terreno</p> <p>Ver sobre el terreno</p>	
b	<p>Existe acceso adecuado y seguro a la obra. Esto debe incluir, como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caminos peatonales señalizados, con rampas y señalización. • Senderos con un ancho suficiente para sillas de ruedas para acceder a la zona de oficinas de obra o recepción. • Accesibilidad para visitantes con discapacidades visuales o auditivas a todas las zonas de oficinas de obra y recepción. • Información sobre todos los riesgos del sitio en la entrada. 		<p>Ver sobre el terreno y comprobar que la lista de riesgos es completa</p>	
c	<p>Las entradas y salidas de la obra están claramente señalizadas para visitantes y conductores de transporte de mercancías.</p>		<p>Ver sobre el terreno</p>	

REF	Criterios	v	Pruebas / Referencias necesarias	Validación / Justificación
d	La recepción está señalizada claramente O se acompaña a todos los visitantes hasta la recepción.		Comprobación de la señalización al llegar O ver una copia del procedimiento de recepción	
e	Se dotan los medios necesarios de modo que no es necesario acceder al interior de la zona de obra para depositar la correspondencia postal.		Comprobación de la posición del buzón O ver una copia del procedimiento de recepción de correspondencia	
f	Si en la zona, o trabajando sobre el terreno, hay grupos minoritarios que también hablen un lenguaje diferente, las notificaciones o avisos se imprimen en uno de los idiomas oficiales de esa comunidad		Compruebe la existencia de un grupo minoritario en la zona y en el registro de empleados. Si existe, en la obra o fuera de ella, compruebe la existencia de señalizaciones en el lenguaje de dicha comunidad	
g	Todas las señales de tráfico (verticales e indicativas) están visibles O cuando una señal esté tapada, se ha colocado un reemplazo.		Ver sobre el terreno	
h	Cuando una obra con importantes congestiones de tráfico tiene un punto de entrega de repartos alejado de la misma, los repartos podrán realizarse en vehículos más pequeños para causar las menores molestias.		Ver procedimientos sobre el terreno	
i	El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.		Ver sobre el terreno	
j	Los lugares de trabajo, locales y vías de circulación en la obra deberán disponer de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la natural.		Comprobación de la iluminación al llegar	

B. BUEN VECINO

Esta sección pretende demostrar que el constructor dirige la obra de un modo considerado hacia los vecinos circundantes. Los siguientes elementos demuestran el cumplimiento de esta sección:

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias necesarias	Validación/ Justificación
a	Se han enviado o se enviarán cartas de presentación a todos los vecinos adyacentes a la zona de obra, al		Ver copia de las cartas con listado	

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias necesarias	Validación/ Justificación
	menos los correspondientes a los números postales anterior y posterior de la misma calle y los directamente enfrentados en la acera opuesta si existiesen O se realizará un buzoneo con flyers informativos en el área o distrito Y existe el compromiso de escribir para dar las gracias a los vecinos al final del contrato por su "comprensión" Y proporcionarles un impreso para dejar sus comentarios.		de direcciones. Ver muestra de flyers informativos Debe aportarse copia de este compromiso o copia de una circular que se envíe siempre al finalizar los proyectos. Debe aportarse copia del impreso de comentarios junto con un procedimiento de seguimiento de los resultados e implementación de cambios durante los trabajos restantes o en futuras obras.	
b	Las restricciones de horarios y trabajos ruidosos son adecuadas a la zona, en particular cuando la obra está situada cerca de: <ul style="list-style-type: none"> • Viviendas • Escuelas • Hospitales • Unidades industriales • Nodos Principales de Transporte público • Centros urbanos • Instalaciones comerciales 		Debe aportarse copia de declaración de intenciones, documento que recoja las políticas, acuerdo, etc.	
c	Los límites de la obra están marcados de forma clara y segura, y están adecuados al entorno: <ul style="list-style-type: none"> • El color de las vallas de obra se ha escogido en relación al entorno. • Los peatones tienen un camino adecuado, seguro y protegido alrededor de los límites de la obra. • Existen señales de advertencia bien iluminadas en beneficio de los peatones y los usuarios de la carretera. • Los alrededores de la obra dan imagen de ordenados y limpios para el público. 		Preguntar al gestor de la obra si se reflexionó sobre las vallas de obra y la situación de la obra. ¿Están las vallas marcadas de forma clara y segura, limpias, cuidadas y en buen estado de mantenimiento? Asegurarse de que no hay quejas sobre el desorden de la obra, o que si las ha habido, que se haya rectificado rápidamente y no se haya repetido.	
d	Hay un libro de reclamaciones disponible Y pruebas de que las reclamaciones son atendidas inmediatamente.		Inspeccionar el libro de reclamaciones y comprobar la prontitud de la respuestas	

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias necesarias	Validación/ Justificación
e	Se informa de forma adecuada a los vecinos del lugar mediante el uso de un tablón de anuncios: <ul style="list-style-type: none"> • Del progreso de la obra • De los detalles de contacto de la empresa (nº de teléfono / página web/ dirección de correo electrónico) 		Ver sobre el terreno	
f	Se protege a los vecinos de la luz originada en la obra.		Copia de los trabajos temporales que indiquen la protección lumínica o el gestor de obra debe demostrar cómo funciona dicha protección o que no es de aplicación.	
g	Se desincentiva al personal de la obra a que utilicen instalaciones del entorno, promoviendo el uso de instalaciones propias dentro de la obra. Ejemplos de cómo puede conseguirse esto incluyen: <ul style="list-style-type: none"> • Una cantina • Descansos escalonados para las distintas cuadrillas • Dotación de duchas / salas de aseo • Dotación de taquillas • Solicitud de dejar los EPIs en la obra 		Ver sobre el terreno Comprobar los procedimientos consultando el plan logístico de la obra	
h	Hay restricciones de volumen en el uso de la radio o están prohibidas las radios.		Comprobar la existencia de las restricciones o la prohibición y cómo se aplican	

C. CONCIENCIADO EN RELACIÓN AL MEDIOAMBIENTE

Esta sección pretende demostrar que el constructor ha considerado el impacto de la obra sobre el medioambiente y ha implementado medidas para mitigar dicho impacto. Los siguientes elementos demuestran el cumplimiento de esta sección:

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias	Validación / Justificación
a	Hay restricciones sobre los efectos de la contaminación lumínica, y todas las luces son direccionales y no contaminantes. Si existen políticas específicas en la obra que establezcan restricciones sobre la iluminación, el punto puede concederse.		Ver sobre el terreno	
b	Se aplican medidas de ahorro energético durante el desarrollo de la obra. Ejemplos de esto incluyen:		Ver sobre el terreno	

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias	Validación / Justificación
	<ul style="list-style-type: none"> Iluminación de bajo consumo de energía. Los equipos se apagan cuando no están en uso. Instalación de termostatos. Instalación de temporizadores. Elección de equipos energético-eficientes. <p>Si hay políticas específicas en la obra (por ejemplo ISO-14001) en relación al medioambiente que definan medidas de ahorro de energía, el punto puede concederse.</p>			
c	Se ha llevado a cabo una revisión de la estrategia de minimización de impactos de la obra. La revisión debe estudiar el impacto de la obra en términos medioambientales y cómo se están minimizando los efectos negativos.		Ver la estrategia de minimización de impactos	
d	Se aplican medidas de ahorro de agua y se hace un seguimiento de ellas. Si hay políticas medioambientales específicas de la obra que indiquen cómo se gestionan y fiscalizan las medidas de ahorro de agua en la obra, este punto puede concederse.		Ver procedimientos sobre el terreno.	
e	Se han estudiado fuentes de energía alternativas.		Ver sobre el terreno	
f	Hay disponibilidad de equipamiento para vertidos de combustibles líquidos.		Ver sobre el terreno. Asegurarse de que los equipos para vertidos están situados donde pueden suceder los vertidos, para garantizar un tiempo rápido de respuesta	
g	Hay colectores disponibles en caso de escorrentías importantes. Si hay políticas específicas de la obra que indiquen cómo se minimizarán y tratarán las escorrentías importantes sobre el terreno (por ejemplo un plan de contingencias), puede concederse el punto.		Ver sobre el terreno	
h	Los materiales y equipos están acopiados de forma ordenada, protegidos y cubiertos cuando sea necesario Y hay espacio adecuado para acopiar nuevos materiales en zonas cubiertas y aseguradas para evitar daños, robo y para protegerlos de la meteorología.		Ver sobre el terreno. Asegurarse de que el espacio existe y es utilizado correctamente.	

D. ENTORNO DE TRABAJO SEGURO Y RESPETUOSO

Esta sección pretende demostrar que el constructor dirige la obra de manera limpia y segura, para garantizar el bienestar de sus trabajadores y minimizar los riesgos para su salud y seguridad. Los siguientes elementos demuestran el cumplimiento de esta sección:

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias	Validación / Justificación
a	Existen instalaciones adecuadas en la obra para trabajadores y visitantes. Éstas deben incluir, como mínimo <ul style="list-style-type: none"> • Inodoros separados para hombres, mujeres y discapacitados. • Duchas funcionales y zonas apropiadas para cambiarse de ropa. • Taquillas en el/los vestuario/s. 		Ver sobre el terreno	
b	Las instalaciones de la obra están limpias y en buen estado de mantenimiento. Esto debe abarcar, como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Las zonas alrededor de la cantina, las oficinas y los contenedores. • Las instalaciones de servicios personales de la obra. • Otras zonas de reunión (incluyendo las zonas de fumadores). 		Ver sobre el terreno	
c	Las zonas privadas o de impacto visual están ocultas a la vista. Esto debe incluir, como mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • Las zonas alrededor de la cantina, las oficinas y los contenedores, cuando sea necesario. • Los inodoros. • Otras zonas de reunión. 		Ver sobre el terreno	
d	Un EPI limpio está a disposición de los visitantes para su uso.		Comprobar las políticas y procedimientos de la empresa y si se aplica en la obra	
e	Rigen procedimientos de Prevención de Riesgos para los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> • Formación adecuada de todo el personal, incluyendo los operarios extranjeros, para que comprendan las mejores prácticas en Riesgos Laborales e información expuesta en la obra. • Exposición al sol de los operarios. • Identificación de los operarios: a todos los operarios debe proporcionársele una tarjeta identificativa con su foto y clip. 		Comprobar las políticas y procedimientos de la empresa y como se aplican. Comprobar el registro de primeros auxilios, en particular la existencia de incidentes leves. Comprobar la lista de prestadores de primeros auxilios y sus cualificaciones (que deben tener menos de 3	

REF	Criterios	v	Pruebas / referencias	Validación / Justificación
	<ul style="list-style-type: none"> Partes de todos los incidentes (leves y graves) y de los cuasi-incidentes. Garantía de que un nº adecuado de equipos de primeros auxilios y prestadores de primeros auxilios estén disponibles en la obra. 		años de antigüedad). Compruebe que cada prestador tiene un maletín con equipamiento básico y que tienen acceso a más equipamiento si es necesario y que saben dónde encontrarlo.	
f	<p>Que haya material expuesto que indique la Comisaría y el Hospital (con instalaciones de Accidentes y Emergencias) más cercano, como mínimo, en las siguientes zonas de la obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recepción Cantina Oficina principal 		Compruebe en el momento si jefes, operarios, personal de recepción, etc. si saben esta información o al menos dónde encontrarla. Compruebe la charla de recepción	
g	Un inspector de Prevención de Riesgos o equivalente ha realizado una inspección de acuerdo con el Plan de Obra.		Ver sobre el terreno	
h	Las rutas de escape de emergencia están bien identificadas y el procedimiento de escape está claro Y se llevan a cabo simulacros.		Ver sobre el terreno. Prueba documental del procedimiento de simulacros de incendio	

14.2. Hoja de recogida de datos de albaranes de RCD de OB06.

	Nº contenedores	Densidad media	Total peso	Porcentaje		
LER170107					Volumen Máximo	85.350 kilos
TEJAS	1	0,870	5.220	4,76%	Fecha	21/01/11
HORMIG	1	1,150	6.900	4,76%	Días desde comienzo	368 días
AISLAMIENTO						
ARENA					Media de volumen	4.659 kilos
PAPEL						
MADERA	3	0,164	2.960	14,29%		
TIERRA						
RCD	16	0,664	233.850	76,19%		
Total	21					

DENSIDAD R.C.D.								
Nº	Volumen (M³)	Nº contenedor LLEVA	Nº contenedor RETIRA	Peso neto (Tn)	DENSIDAD (M³/Tn)	FECHA	PRECIO	TIPO RESIDUO
	6			SIN DATOS	0,000	18/01/10	99,00	1
	6			8.200	1,367	05/03/10	81,00	2
51	6			6.080	1,013	22/04/10	81,00	3
52	6			3.080	0,510	30/04/10	81,00	4
53	6			1.700	0,283	05/05/10	81,00	5
54	6			6.120	1,020	10/05/10	81,00	6
55	6			3.300	0,550	12/05/10	81,00	7
56	6			3.420	0,570	18/05/10	81,00	8
57	6			5.820	0,970	20/05/10	81,00	9
58	6				0,000	20/05/10	81,00	10
59	6			7.420	1,237	25/05/10	81,00	11
60	6			4.200	0,700	25/05/10	81,00	12
61	6			3.260	0,543	27/05/10	81,00	13
62	6			2.800	0,467	31/05/10	81,00	14
63	6			3.880	0,647	31/05/10	81,00	15
64	6			3.700	0,617	02/06/10	81,00	16
65	6			7.400	1,233	08/06/10	81,00	17
66	6			5.780	0,963	09/06/10	81,00	18
67	6			5.740	0,957	11/06/10	81,00	19
68	6			3.880	0,647	11/06/10	81,00	20
69	6			3.580	0,593	14/06/10	81,00	21
70	6			5.580	0,930	16/06/10	81,00	22
71	6			3.180	0,530	17/06/10	81,00	23
72	6			3.960	0,660	17/06/10	81,00	24
73	6			6.780	1,130	17/06/10	81,00	25
74	6			2.200	0,367	21/06/10	81,00	26
75	6				0,000	21/06/10	81,00	27
76	6			4.520	0,753	22/06/10	81,00	28
77	6			2.540	0,423	24/06/10	81,00	29
78	6			6.440	1,073	24/06/10	81,00	30
79	6			5.920	0,987	25/06/10	81,00	31
80	6			3.700	0,617	28/06/10	81,00	32
81	6			2.220	0,370	29/06/10	81,00	33
82	6			5.940	0,990	30/06/10	81,00	34
83	6			3.160	0,527	01/07/10	81,00	35
84	6			3.620	0,603	02/07/10	81,00	36
85	6			4.400	0,733	06/07/10	81,00	37

86	6	7.360	1,227	07/07/10	81,00	38
87	6	5.620	0,937	07/07/10	81,00	39
88	6	5.520	0,920	13/07/10	81,00	40
89	6	7.020	1,170	13/07/10	81,00	41
90	6	6.660	1,110	14/07/10	81,00	42
91	6	5.240	0,873	19/07/10	81,00	43
92	6	3.240	0,540	19/07/10	81,00	44
93	6	5.940	0,990	20/07/10	81,00	45
94	6	3.440	0,573	21/07/10	81,00	46
95	6	2.100	0,350	21/07/10	81,00	47
96	6	6.180	1,030	22/07/10	81,00	48
97	6	3.800	0,633	26/07/10	81,00	49
98	6	7.280	1,213	27/07/10	81,00	50
99	6	4.420	0,737	28/07/10	81,00	51
100	6	4.400	0,733	29/07/10	81,00	52
101	6	2.220	0,370	29/07/10	81,00	53
102	6	4.580	0,763	30/07/10	81,00	54
103	6	4.680	0,780	03/08/10	81,00	55
104	6	5.580	0,930	04/08/10	81,00	56
105	6	2.800	0,467	04/08/10	81,00	57
106	6	9.180	1,530	05/08/10	81,00	58
107	6	2.520	0,420	05/08/10	81,00	59
108	6	4.400	0,733	05/08/10	81,00	60
109	6	5.420	0,903	10/08/10	81,00	61
110	6	5.380	0,897	10/08/10	81,00	62
111	6	4.540	0,757	11/08/10	81,00	63
112	6	5.680	0,947	13/08/10	81,00	64
113	6	4.520	0,753	13/08/10	81,00	65
114	6	5.460	0,910	18/08/10	81,00	66
115	6	7.820	1,303	18/08/10	81,00	67
116	6	2.720	0,453	19/08/10	81,00	68
117	6	7.620	1,270	19/08/10	81,00	69
118	6	7.920	1,320	23/08/10	81,00	70
119	6	5.580	0,930	24/08/10	81,00	71
120	6	3.960	0,660	24/08/10	81,00	72
121	6	2.940	0,490	25/08/10	81,00	73
31	6	5.690	0,948	27/08/10	81,00	74
32	6	5.300	0,883	27/08/10	81,00	75
33	6	1.900	0,317	27/08/10	81,00	76
35	6	6.340	1,057	28/08/10	81,00	77
36	6	SIN DATOS	0,000	30/08/10	81,00	78
37	6	SIN DATOS	0,000	30/08/10	81,00	79
38	6	SIN DATOS	0,000	30/08/10	81,00	80
6	6	560	0,093	01/09/10	81,00	MADERA
13	6	7.660	1,277	01/09/10	81,00	81
7	6	860	0,143	02/09/10	81,00	MADERA
10	6	6.300	1,050	02/09/10	81,00	82
12	6	1.620	0,270	02/09/10	81,00	83
16	6	5.200	0,867	02/09/10	81,00	84
17	6	3.540	0,590	02/09/10	81,00	85
18	6	1.000	0,167	02/09/10	81,00	86
19	6	6.560	1,093	02/09/10	81,00	87
9	6	1.540	0,257	03/09/10	81,00	MADERA
21	6	2.700	0,450	03/09/10	81,00	88
22	6	4.540	0,757	03/09/10	81,00	89
8	6	6.060	1,010	07/09/10	81,00	90
11	6	6.040	1,007	07/09/10	81,00	91
20	6	8.140	1,357	07/09/10	81,00	92
14	6	1.760	0,293	08/09/10	81,00	93
15	6	6.300	1,050	08/09/10	81,00	94
23	6	1.240	0,207	08/09/10	81,00	95
24	6	5.600	0,933	08/09/10	81,00	96
30	6	5.160	0,860	08/09/10	81,00	97
25	6	2.760	0,460	13/09/10	81,00	98
27	6	3.080	0,513	13/09/10	81,00	99
26	6	6.300	1,050	14/09/10	81,00	100

29	6	5.200	0,867	14/09/10	81,00	101
28	6	6.980	1,163	15/09/10	81,00	102
39	6	3.600	0,600	16/09/10	81,00	103
40	6	3.160	0,527	16/09/10	81,00	104
41	6	5.720	0,953	16/09/10	81,00	105
42	6	5.140	0,857	16/09/10	81,00	106
43	6	5.780	0,963	17/09/10	81,00	107
44	6	1.780	0,297	17/09/10	81,00	108
45	6	5.120	0,853	17/09/10	81,00	109
1	6	3.100	0,517	20/09/10	81,00	110
47	6	3.120	0,520	20/09/10	81,00	111
48	6	5.100	0,850	20/09/10	81,00	112
34	6	2.520	0,420	21/09/10	81,00	113
46	6	2.160	0,360	21/09/10	81,00	114
3	6	8.180	1,363	22/09/10	81,00	115
4	6	5.540	0,923	22/09/10	81,00	116
5	6	5.120	0,853	22/09/10	81,00	117
2	6	5.360	0,893	23/09/10	81,00	118
49	6	4.140	0,690	24/09/10	81,00	119
50	6	4.300	0,717	24/09/10	81,00	120
51	6	4.620	0,770	27/09/10	81,00	121
52	6	5.700	0,950	28/09/10	81,00	122
53	6	6.320	1,053	28/09/10	81,00	123
54	6	4.240	0,707	28/09/10	81,00	124
55	6	6.320	1,053	30/09/10	81,00	125
56	6	SIN DATOS	0,000	30/09/10	81,00	126
57	6	SIN DATOS	0,000	30/09/10	81,00	127
58	6	6.920	1,153	01/10/10	81,00	128
59	6	6.660	1,110	04/10/10	81,00	129
60	6	6.020	1,003	04/10/10	81,00	130
61	6	5.160	0,860	05/10/10	81,00	131
62	6	4.680	0,780	05/10/10	81,00	132
63	6	9.240	1,540	05/10/10	81,00	133
64	6	5.220	0,870	06/10/10	81,00	134
65	6	2.960	0,493	06/10/10	81,00	135
66	6	3.280	0,547	07/10/10	81,00	136
67	6	7.380	1,230	07/10/10	81,00	137
68	6	1.600	0,267	07/10/10	81,00	138
69	6	SIN DATOS	0,000	08/10/10	81,00	139
70	6	3.300	0,550	14/10/10	81,00	140
71	6	8.440	1,407	14/10/10	81,00	141
72	6	7.260	1,210	14/10/10	81,00	142
73	6	SIN DATOS	0,000	14/10/10	81,00	143
74	6	6.600	1,100	14/10/10	81,00	144
75	6	2.400	0,400	15/10/10	81,00	145
76	6	4.780	0,797	15/10/10	81,00	146
77	6	7.860	1,310	18/10/10	81,00	147
78	6	5.160	0,860	18/10/10	81,00	148
79	6	2.200	0,367	18/10/10	81,00	149
80	6	4.340	0,723	18/10/10	81,00	150
81	6	5.200	0,867	20/10/10	81,00	151
82	6	3.720	0,620	20/10/10	81,00	152
83	6	5.740	0,957	20/10/10	81,00	153
84	6	5.960	0,993	20/10/10	81,00	154
85	6	7.220	1,203	22/10/10	81,00	155
86	6	6.500	1,083	25/10/10	81,00	156
87	6	4.900	0,817	25/10/10	81,00	157
88	6	SIN DATOS	0,000	25/10/10	81,00	158
89	6	SIN DATOS	0,000	26/10/10	81,00	159
90	6	SIN DATOS	0,000	26/10/10	81,00	160
91	6	4.860	0,810	26/10/10	81,00	161
92	6	5.920	0,987	27/10/10	81,00	162
93	6	6.900	1,150	27/10/10	81,00	163
94	6	6.060	1,010	28/10/10	81,00	164
95	6	6.340	1,057	28/10/10	81,00	165
96	6	3.020	0,503	29/10/10	81,00	166

97	6	5.260	0,877	02/11/10	81,00	167
98	6	7.340	1,223	02/11/10	81,00	168
99	6	5.680	0,947	03/11/10	81,00	169
100	6	5.600	0,933	03/11/10	81,00	170
101	6	4.960	0,827	03/11/10	81,00	171
102	6	4.440	0,740	03/11/10	81,00	172
103	6	7.200	1,200	03/11/10	81,00	173
104	6	4.740	0,790	04/11/10	81,00	174
105	6	3.600	0,600	04/11/10	81,00	175
106	6	5.680	0,943	04/11/10	81,00	176
107	6	1.720	0,287	04/11/10	81,00	177
108	6	9.300	1,550	05/11/10	81,00	178
109	6	4.420	0,737	05/11/10	81,00	179
110	6	5.040	0,840	05/11/10	81,00	180
111	6	6.600	1,100	10/11/10	81,00	181
112	6	5.600	0,933	10/11/10	81,00	182
113	6	5.140	0,857	11/11/10	81,00	183
114	6	5.380	0,897	12/11/10	81,00	184
115	6	7.340	1,223	12/11/10	81,00	185
116	6	5.740	0,957	12/11/10	81,00	186
117	6	5.960	0,993	15/11/10	81,00	187
118	22	SIN DATOS	0,000	15/11/10	261,00	
119	6	5.220	0,870	16/11/10	81,00	Tejas
120	6	6.180	1,030	17/11/10	81,00	188
121	6	3.620	0,603	17/11/10	81,00	189
122	6	5.060	0,843	17/11/10	81,00	190
123	6	6.000	1,000	17/11/10	81,00	191
124	6	5.960	0,993	18/11/10	81,00	192
125	6	4.980	0,830	18/11/10	81,00	193
126	6	3.780	0,630	22/11/10	81,00	194
127	6	5.280	0,880	23/11/10	81,00	195
128	6	4.440	0,740	23/11/10	81,00	196
129	6	6.300	1,050	23/11/10	81,00	197
130	6	6.060	1,010	24/11/10	81,00	198
131	6	5.820	0,970	24/11/10	81,00	199
132	6	5.520	0,920	25/11/10	81,00	200
133	6	4.780	0,797	25/11/10	81,00	201
134	6	7.540	1,257	26/11/10	81,00	202
135	6	4.000	0,667	26/11/10	81,00	203
136	6	3.440	0,573	26/11/10	81,00	204
137	6	3.200	0,533	29/11/10	81,00	205
138	6	6.480	1,080	01/12/10	81,00	206
139	6	7.120	1,187	01/12/10	81,00	207
140	6	6.260	1,043	02/12/10	81,00	208
141	6	5.300	0,883	02/12/10	81,00	209
142	6	3.720	0,620	02/12/10	81,00	210
143	6	4.760	0,793	10/12/10	81,00	211
144	6	4.080	0,680	10/12/10	81,00	212
145	6	5.280	0,880	10/12/10	81,00	213
146	6	4.900	0,817	14/12/10	81,00	214
147	6	4.060	0,677	14/12/10	81,00	215
148	22	11.940	0,543	15/12/10	261,00	
149	6	3.040	0,507	15/12/10	81,00	216
150	6	5.160	0,860	15/12/10	81,00	217
151	6	5.500	0,917	15/12/10	81,00	218
152	22	5.500	0,250	16/12/10	261,00	
153	6	3.080	0,513	16/12/10	81,00	219
154	6	4.920	0,820	16/12/10	81,00	220
155	22	5.560	0,253	20/12/10	261,00	
156	6	3.580	0,597	20/12/10	81,00	221
157	6	2.600	0,433	20/12/10	81,00	222
158	6	6.480	1,080	20/12/10	81,00	223
159	6	7.320	1,220	22/12/10	81,00	224
160	6	3.780	0,630	22/12/10	81,00	225
161	6	2.640	0,440	28/12/10	81,00	226
162	6	3.940	0,657	28/12/10	81,00	227

163	6	8.920	1,487	29/12/10	81,00	228
164	6	3.740	0,623	29/12/10	81,00	229
165	6	4.040	0,673	29/12/10	81,00	230
166	6	8.160	1,360	03/01/11	81,00	231
167	6	5.940	0,990	03/01/11	81,00	232
168	6	6.280	1,047	03/01/11	81,00	233
169	22	14.400	0,855	04/01/11	261,00	
170	6	3.460	0,577	04/01/11	81,00	234
171	6	1.940	0,323	05/01/11	81,00	235
172	6	4.180	0,697	05/01/11	81,00	236
173	6	6.400	1,067	05/01/11	81,00	237
174	6	5.440	0,907	11/01/11	81,00	238
175	6	7.120	1,187	12/01/11	81,00	239
176	6	2.440	0,407	12/01/11	81,00	240
177	6	5.160	0,860	12/01/11	81,00	241
178	6	4.480	0,747	13/01/11	81,00	242
179	6	2.860	0,477	13/01/11	81,00	243
180	6	2.760	0,460	13/01/11	81,00	244
181	22	10.700	0,486	14/01/11	261,00	
182	6	3.640	0,607	14/01/11	81,00	245
183	6	3.360	0,560	14/01/11	81,00	246
184	6	1.760	0,293	14/01/11	81,00	247
185	6	4.480	0,747	14/01/11	81,00	248
186	22	17.320	0,787	17/01/11	261,00	
187	6	3.600	0,600	17/01/11	81,00	249
188	6	4.380	0,730	18/01/11	81,00	250
189	22	15.240	0,693	19/01/11	261,00	
190	6	2.700	0,450	19/01/11	81,00	251
191	6	2.580	0,430	20/01/11	81,00	252
192	6	2.560	0,427	20/01/11	81,00	253
193	6	4.540	0,757	20/01/11	81,00	254
194	22	85.350	3,880	21/01/11	261,00	
195	6	2.560	0,427	24/01/11	81,00	255
196	6	2.980	0,497	24/01/11	81,00	256
197	6	3.080	0,513	25/01/11	81,00	257
198	6	1.960	0,327	26/01/11	81,00	258
199	6	6.220	1,037	26/01/11	81,00	259
200	22	16.420	0,746	26/01/11	261,00	
201	6	4.040	0,673	27/01/11	81,00	260
202	6	2.500	0,417	28/01/11	81,00	261
203	6	3.700	0,617	28/01/11	81,00	262
204	6	1.360	0,227	28/01/11	81,00	263
205	6	SIN DATOS	0,000	28/01/11	81,00	264
206	6	1.920	0,320	31/01/11	81,00	265
207	22	2.240	0,102	31/01/11	261,00	
208	6	2.820	0,470	01/02/11	81,00	266
209	6	3.200	0,533	01/02/11	81,00	267
210	6	3.160	0,527	01/02/11	81,00	268
211	6	1.780	0,297	03/02/11	81,00	269
212	6	2.480	0,413	03/02/11	81,00	270
213	22	7.340	0,334	04/02/11	261,00	
214	22	7.340	0,334	04/02/11	261,00	
215	6	4.080	0,680	07/02/11	81,00	271
216	6	2.000	0,333	07/02/11	81,00	272
217	6	4.360	0,727	08/02/11	81,00	273
218	6	2.420	0,403	09/02/11	81,00	274
219	6	5.360	0,893	09/02/11	81,00	275
220	6	7.080	1,180	10/02/11	81,00	276
221	6	9.120	1,520	10/02/11	81,00	277
222	6	3.040	0,507	10/02/11	81,00	278
223	6	7.100	1,183	10/02/11	81,00	279
224	6	6.220	1,037	10/02/11	81,00	280
225	6	4.320	0,720	14/02/11	81,00	281
226	6	4.260	0,710	15/02/11	81,00	282
227	6	6.640	1,107	15/02/11	81,00	283
228	6	5.520	0,920	16/02/11	81,00	284

229	6	4.340	0,723	16/02/11	81,00	285
230	6	2.860	0,477	17/02/11	81,00	286
231	22	13.080	0,594	17/02/11	261,00	
232	6	3.740	0,623	18/02/11	81,00	287
233	6	5.160	0,860	18/02/11	81,00	288
234	6	4.980	0,830	18/02/11	81,00	289
235	6	2.740	0,457	22/02/11	81,00	290
236	6	4.260	0,710	22/02/11	81,00	291
237	6	3.340	0,557	23/02/11	81,00	292
238	6	3.920	0,653	23/02/11	81,00	293
239	6	SIN DATOS	0,000	24/02/11	81,00	294
240	6	6.280	1,047	24/02/11	81,00	295
241	6	3.600	0,600	24/02/11	81,00	296
242	6	6.960	1,160	24/02/11	81,00	297
243	6	7.320	1,220	24/02/11	81,00	298
244	6	6.300	1,050	24/02/11	81,00	299
245	6	5.060	0,843	24/02/11	81,00	300
246	6	3.300	0,550	24/02/11	81,00	301
247	6	5.260	0,877	24/02/11	81,00	302
248	6	4.040	0,673	24/02/11	81,00	303
249	6	2.880	0,480	24/02/11	81,00	304
250	6	SIN DATOS	0,000	24/02/11	81,00	305
251	22	16.420	0,746	24/02/11	261,00	
252	6	5.440	0,907	25/02/11	81,00	306
253	6	6.180	1,030	25/02/11	81,00	307
254	6	7.560	1,260	25/02/11	81,00	308
255	6	5.040	0,840	01/03/11	81,00	309
256	6	7.680	1,280	01/03/11	81,00	310
257	22	5.020	0,228	03/03/11	261,00	
258	6	4.560	0,760	03/03/11	81,00	311
259	6	3.960	0,660	03/03/11	81,00	312
260	6	4.040	0,673	03/03/11	81,00	313
261	6	3.140	0,523	08/03/11	81,00	314
262	6	3.980	0,663	08/03/11	81,00	315
263	6	5.160	0,860	08/03/11	81,00	316
264	6	4.880	0,813	10/03/11	81,00	317
265	6	3.200	0,533	10/03/11	81,00	318
266	6	2.980	0,497	14/03/11	81,00	319
267	6	3.980	0,663	14/03/11	81,00	320
268	6	2.320	0,387	14/03/11	81,00	321
269	6	4.180	0,697	16/03/11	81,00	322
270	6	4.680	0,780	16/03/11	81,00	323
271	6	2.840	0,473	16/03/11	81,00	324
272	6	2.020	0,337	17/03/11	81,00	325
273	6	3.760	0,627	21/03/11	81,00	326
274	6	4.200	0,700	21/03/11	81,00	327
275	6	2.920	0,487	22/03/11	81,00	328
276	6	5.120	0,853	23/03/11	81,00	329
277	6	4.660	0,777	23/03/11	81,00	330
278	6	3.480	0,580	25/03/11	81,00	331
279	6	4.500	0,750	25/03/11	81,00	332
280	6	5.000	0,833	25/03/11	81,00	333
281	6	4.460	0,743	29/03/11	81,00	334
282	6	3.920	0,653	29/03/11	81,00	335
283	6	3.360	0,560	29/03/11	81,00	336
284	6	2.600	0,433	31/03/11	81,00	337
285	6	5.780	0,963	31/03/11	81,00	338
286	6	4.680	0,780	04/04/11	81,00	339
287	6	4.880	0,813	04/04/11	81,00	340
288	6	2.700	0,450	05/04/11	81,00	341
289	6	4.260	0,710	05/04/11	81,00	342
290	6	6.340	1,057	06/04/11	81,00	343
291	6	2.460	0,410	07/04/11	81,00	344
292	6	3.080	0,513	07/04/11	81,00	345
293	6	4.200	0,700	11/04/11	81,00	346
294	6	3.460	0,577	13/04/11	81,00	347

295	6			3.100	0,517	13/04/11	81,00	348
296	6			3.560	0,593	14/04/11	81,00	349
297	6			2.820	0,470	14/04/11	81,00	350
298	6			3.620	0,603	18/04/11	81,00	351
299	6			4.500	0,750	18/04/11	81,00	352
300	6			4.660	0,777	20/04/11	81,00	353
301	6			4.700	0,783	20/04/11	81,00	354
302	6			4.460	0,743	27/04/11	81,00	355
303	6			3.420	0,570	27/04/11	81,00	356
304	6			4.680	0,780	28/04/11	81,00	357
305	6			2.200	0,367	29/04/11	81,00	358
306	6			2.980	0,497	29/04/11	81,00	359
307	6			8.260	1,377	03/05/11	81,00	360
308	6			6.660	1,110	03/05/11	81,00	361
309	6			4.900	0,817	04/05/11	81,00	362
310	6			4.880	0,813	04/05/11	81,00	363
311	6			6.900	1,150	04/05/11	81,00	HORMIGON
312	6			6.160	1,027	04/05/11	81,00	364
313	6			8.600	1,433	05/05/11	81,00	365
314	6			5.360	0,893	05/05/11	81,00	366
315	6			8.180	1,363	05/05/11	81,00	367
316	6			5.640	0,940	06/05/11	81,00	368
317	6			3.600	0,600	06/05/11	81,00	369
318	6			4.660	0,777	09/05/11	81,00	370
319	6			3.820	0,637	09/05/11	81,00	371
320	6			3.160	0,527	11/05/11	81,00	372
321	6			3.860	0,643	12/05/11	81,00	373
322	6			5.840	0,973	12/05/11	81,00	374
323	6			6.840	1,140	13/05/11	81,00	375
324	6			5.860	0,977	13/05/11	81,00	376
325	6			3.560	0,593	13/05/11	81,00	377
326	6			5.800	0,967	13/05/11	81,00	378
327	6			3.800	0,633	18/05/11	81,00	379
328	6			1.280	0,213	18/05/11	81,00	380
329	6			4.360	0,727	19/05/11	81,00	381
330	6			2.660	0,443	19/05/11	81,00	382
331	6			2.640	0,440	20/05/11	81,00	383
332	6			8.740	1,457	24/05/11	81,00	384
333	6			3.260	0,543	24/05/11	81,00	385
334	6			4.700	0,783	24/05/11	81,00	386
335	6			3.720	0,620	25/05/11	81,00	387
336	6			3.820	0,637	25/05/11	81,00	388
337	6			2.880	0,480	26/05/11	81,00	389
338	6			2.940	0,490	27/05/11	81,00	390
339	6			3.800	0,633	27/05/11	81,00	391
340	6			3.320	0,553	31/05/11	81,00	392
341	6			3.620	0,603	31/05/11	81,00	393
342	6			4.580	0,763	01/06/11	81,00	394
343	6			3.820	0,637	01/06/11	81,00	395
344	6			3.440	0,573	06/06/11	81,00	396
345	6			3.340	0,557	06/06/11	81,00	397
346	6			2.520	0,420	09/06/11	81,00	398
347	6			3.720	0,620	09/06/11	81,00	399
348	6			6.480	1,080	13/06/11	81,00	400
349	6			2.740	0,457	15/06/11	81,00	401
350	6			3.880	0,647	17/06/11	81,00	402
351	6			4.660	0,777	20/06/11	81,00	403
352	6			1.840	0,307	20/06/11	81,00	404
353	6			2.040	0,340	21/06/11	81,00	405
354	6	923	987	2.360	0,393	27/06/11	81,00	406
355	6	1.125	891	2.460	0,410	27/06/11	81,00	407
356	6	1.030	1.125	3.980	0,663	28/06/11	81,00	408
357	6	1.064	1.030	2.400	0,400	30/06/11	81,00	409
358	6	581	923	4.220	0,703	30/06/11	81,00	410
359	6	830	1.064	2.380	0,397	04/07/11	81,00	411
360	6	1.064	581	4.160	0,693	04/07/11	81,00	412

361	6	529	830	2.280	0,380	06/07/11	81,00	413
362	6	1.077	1.064	3.660	0,610	06/07/11	81,00	414
363	6	1.126	529	4.640	0,773	08/07/11	81,00	415
364	6	1.188	1.077	3.060	0,510	11/07/11	81,00	416
365	6	837	1.126	2.960	0,493	11/07/11	81,00	417
366	6	714	921	2.700	0,450	12/07/11	81,00	418
367	6	1.205	837	3.100	0,517	12/07/11	81,00	419
368	6	921	1.188	3.720	0,620	12/07/11	81,00	420
369	6	953	714	2.680	0,447	13/07/11	81,00	421
370	6	613	1.205	3.360	0,560	13/07/11	81,00	422
371	6	741	953	1.820	0,303	14/07/11	81,00	423
372	6	756	613	2.640	0,440	15/07/11	81,00	424
373	6	1.140	1.135	1.700	0,283	16/07/11	81,00	425
374	6	770	741	1.180	0,197	18/07/11	81,00	426
375	6	665	770	1.480	0,247	19/07/11	81,00	427
376	6	627	756	2.660	0,443	21/07/11	81,00	428
377	6	1.056	665	2.180	0,363	22/07/11	81,00	429
378	6	843	627	2.260	0,377	28/07/11	81,00	430
379	6	554	1.056	2.400	0,400	28/07/11	81,00	431
380	6	920	843	1.040	0,173	28/07/11	81,00	432
381	6	929	920	1.880	0,313	29/07/11	81,00	433
382	6	546	554	440	0,073	29/07/11	81,00	434
383	6	1.075	929	2.120	0,353	01/08/11	81,00	435
384	6	525	546	1.780	0,297	02/08/11	81,00	436
385	6	838	1.075	1.620	0,270	03/08/11	81,00	437
386	6	1.230	838	1.820	0,303	04/08/11	81,00	438
387	6	817	525	500	0,083	04/08/11	81,00	439
388	6	1.230	817	3.020	0,503	05/08/11	81,00	440
389	6	918	1.230	3.120	0,520	05/08/11	81,00	441
390	6	730	1.230	820	0,137	09/08/11	81,00	442
391	6	848	918	1.720	0,287	09/08/11	81,00	443
392	6	1.227	730	2.120	0,353	10/08/11	81,00	444
393	6	879	848	300	0,050	10/08/11	81,00	445
394	6	956	879	1.260	0,210	12/08/11	81,00	446
395	6	818	1.227	1.240	0,207	16/08/11	81,00	447
396	6	1.075	956	1.260	0,210	17/08/11	81,00	448
397	6	848	818	3.120	0,520	18/08/11	81,00	449
398	6	578	1.075	6.220	1,037	19/08/11	81,00	450
399	6	937	848	4.860	0,810	19/08/11	81,00	451
400	6	531	937	4.960	0,827	23/08/11	81,00	452
401	6	1.045	578	4.600	0,767	24/08/11	81,00	453
402	6	728	1.045	2.560	0,427	25/08/11	81,00	454
403	6	787	531	1.240	0,207	25/08/11	81,00	455
404	6	888	787	560	0,093	29/08/11	81,00	456
405	6	1.143	728	2.120	0,353	29/08/11	81,00	457
406	6	1.136	888	360	0,060	30/08/11	81,00	458
407	6	1.077	1.136	860	0,143	01/09/11	81,00	459
408	6	816	1.143	4.020	0,670	02/09/11	81,00	460
409	6	1.082	1.077	1.100	0,183	02/09/11	81,00	461
410	6	1.079	816	680	0,113	07/09/11	81,00	462
411	6	990	1.082	640	0,107	08/09/11	81,00	463
412	6	1.085	1.079	520	0,087	14/09/11	81,00	464
413	6	700	990	1.440	0,240	20/09/11	81,00	465
414	6	544	1.085	960	0,160	20/09/11	81,00	466
415	6	915	544	1.540	0,257	21/09/11	81,00	467
416	6	769	915	1.320	0,220	26/09/11	81,00	468
417	6	1.046	700	2.200	0,367	28/09/11	81,00	469
418	6	1.196	769	780	0,130	03/10/11	81,00	470
419	6	1.030	1.196	800	0,133	06/10/11	81,00	471
420	6	1.047	1.030	1.660	0,277	25/10/11	81,00	472
421	6	537	1.053	4.800	0,800	03/11/11	81,00	473
422	6	703	537	5.880	0,980	04/11/11	81,00	474
423	6	704	703	5.200	0,867	07/11/11	81,00	475
424	6	1.163	704	8.060	1,343	17/11/11	81,00	476
425	6	1.053	1.163	6.140	1,023	22/11/11	81,00	477
426	6	1.202	1.053	5.240	0,873	25/11/11	81,00	478

427	6	1.091	1.202	7.940	1,323	29/11/11	81,00	479
428	6	1.031	1.091	7.280	1,213	02/12/11	81,00	480
429	6	1.129	---		0,000	02/12/11	81,00	481
430	6	1.148	1.031	4.980	0,830	07/12/11	81,00	482
431	6	581	---		0,000	09/12/11	81,00	483
432	6	559	581	7.080	1,180	09/12/11	81,00	484
433	6	704	---		0,000	09/12/11	81,00	485
434	6	628	---		0,000	09/12/11	81,00	486
435	6	581	1.148	6.720	1,120	09/12/11	81,00	487
436	6	594	628	5.500	0,917	12/12/11	81,00	488
437	6	1.933	---		0,000	16/12/11	81,00	489
438	6	861	1.129	1.140	0,190	21/12/11	81,00	490
439	6	940	861	1.160	0,193	22/12/11	81,00	491
440	6	1.024	940	1.620	0,270	26/12/11	81,00	492
441	6	980	1.024	880	0,143	29/12/11	81,00	493
442	6	553	980	2.360	0,393	14/01/12	81,00	494
443	6	1.185	553	1.320	0,220	02/02/12	81,00	495
POSTVENIA								
444	6	1.156	---	0	0,000	12/04/12	70,00	
445	6	759	531	2.320	0,387	25/07/12	70,00	
446	6	531	---	0	0,000	25/07/12	70,00	
447	3	28	13	500	0,167	13/07/12	70,00	
448	6	1.156	759	3.800	0,633	26/07/2012	81,00	
449	6	551	1.156	4.740	0,790	27/07/2012	81,00	

14.3. Detalle de REEC generados en cada capítulo para la obra OB04.

SUP. m2	5983,46	Envases papel cartón (kg/m2)		Envases papel cartón (l/m2)		Envases plástico (kg/m2)		Envases plástico (l/m2)		Envases madera (kg/m2)		Envases madera (l/m2)	
			%		%		%		%		%		%
OB01 y OB02	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,12	25%	0,20	25%	0,31	10%	0,28	3%
	Fachadas	0,10	7%	0,14	7%	0,05	10%	0,08	10%	0,96	30%	9,23	82%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,07	14%	0,12	14%	1,54	49%	1,40	12%
	Instalaciones	1,00	66%	1,34	66%	0,02	4%	0,03	4%	0,13	4%	0,12	1%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,09	17%	0,14	17%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,03	2%	0,03	2%	0,04	9%	0,07	9%	0,03	1%	0,03	0%
	Revestimientos	0,30	20%	0,40	20%	0,11	22%	0,18	22%	0,15	5%	0,13	1%
	Señalización y equipamiento	0,07	5%	0,10	5%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	0%	0,01	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	1%	0,02	0%
	TOTAL	1,53	100%	2,04	100%	0,50	100%	0,83	100%	3,15	100%	11,22	100%

SUP. m2	5764,28	Envases papel cartón (kg/m2)		Envases papel cartón (l/m2)		Envases plástico (kg/m2)		Envases plástico (l/m2)		Envases madera (kg/m2)		Envases madera (l/m2)	
			%		%		%		%		%		%
OB03	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,14	27%	0,24	27%	0,36	12%	0,33	12%
	Fachadas	-	0%	-	0%	0,06	12%	0,11	12%	0,76	26%	0,69	26%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,06	11%	0,09	11%	1,23	42%	1,12	42%
	Instalaciones	0,94	72%	1,26	72%	0,02	3%	0,03	3%	0,14	5%	0,13	5%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,08	16%	0,14	16%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	1%	0,03	1%	0,05	9%	0,08	9%	0,27	9%	0,24	9%
	Revestimientos	0,28	21%	0,38	21%	0,11	22%	0,19	22%	0,14	5%	0,13	5%
	Señalización y equipamiento	0,06	5%	0,08	5%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	TOTAL	1,32	100%	1,76	100%	0,52	100%	0,87	100%	2,91	100%	2,65	100%

SUP. m2	11395,71	Envases papel cartón (kg/m2)		%		Envases papel cartón (l/m2)		%		Envases plástico (kg/m2)		%		Envases plástico (l/m2)		%		Envases madera		%		Envases madera (l/m2)		%	
OB04	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,01	1%	0,01	1%	0,01	1%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	23%	0,21	23%	0,32	40%	0,29	40%	0,32	40%	0,29	40%	0,32	40%	0,29	40%	0,29	40%	0,29	40%
	Fachadas	-	0%	-	0%	0,09	15%	0,15	15%	0,19	23%	0,17	23%	0,19	23%	0,17	23%	0,19	23%	0,17	23%	0,17	23%	0,17	23%
	Particiones	0,01	1%	0,01	1%	0,11	19%	0,18	19%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%	0,00	1%
	Instalaciones	0,84	74%	1,13	74%	0,02	3%	0,03	3%	0,11	13%	0,10	13%	0,11	13%	0,10	13%	0,11	13%	0,10	13%	0,10	13%	0,10	13%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	13%	0,12	13%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,03	6%	0,06	6%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%
	Revestimientos	0,20	17%	0,26	17%	0,12	21%	0,20	21%	0,14	17%	0,13	17%	0,14	17%	0,13	17%	0,14	17%	0,13	17%	0,13	17%	0,13	17%
	Señalización y equipamiento	0,06	5%	0,07	5%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,02	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%	0,02	3%
	TOTAL	1,14	100%	1,52	100%	0,57	100%	0,95	100%	0,82	100%	0,75	100%	0,82	100%	0,75	100%	0,82	100%	0,75	100%	0,75	100%	0,75	100%

SUP. m2	20435,24	Envases papel cartón (kg/m2)		%		Envases papel cartón (l/m2)		%		Envases plástico (kg/m2)		%		Envases plástico (l/m2)		%		Envases madera		%		Envases madera (l/m2)		%	
OB05	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	29%	0,22	29%	0,33	15%	0,30	15%	0,33	15%	0,30	15%	0,33	15%	0,30	15%	0,30	15%	0,30	15%
	Fachadas	-	0%	-	0%	0,04	10%	0,07	10%	0,50	22%	0,45	22%	0,07	10%	0,50	22%	0,50	22%	0,45	22%	0,45	22%	0,45	22%
	Particiones	0,01	1%	0,01	1%	0,05	11%	0,09	11%	1,16	51%	1,05	51%	0,09	11%	1,16	51%	1,16	51%	1,05	51%	1,05	51%	1,05	51%
	Instalaciones	0,76	68%	1,01	68%	0,01	2%	0,02	2%	0,10	5%	0,09	5%	0,02	2%	0,10	5%	0,10	5%	0,09	5%	0,09	5%	0,09	5%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	16%	0,12	16%	-	0%	-	0%	0,12	16%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	8%	0,06	8%	0,03	1%	0,02	1%	0,06	8%	0,03	1%	0,03	1%	0,02	1%	0,02	1%	0,02	1%
	Revestimientos	0,27	24%	0,36	24%	0,11	24%	0,18	24%	0,14	6%	0,13	6%	0,18	24%	0,14	6%	0,14	6%	0,13	6%	0,13	6%	0,13	6%
	Señalización y equipamiento	0,05	5%	0,07	5%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,02	1%	0,02	1%	0,01	1%	0,01	1%	0,01	1%
	TOTAL	1,12	100%	1,50	100%	0,45	100%	0,75	100%	2,28	100%	2,08	100%	0,75	100%	2,28	100%	2,28	100%	2,08	100%	2,08	100%	2,08	100%

SUP. m2	25936,00	Envases papel carton (kg/m2)		Envases papel carton (l/m2)		Envases plástico (kg/m2)		Envases plástico (l/m2)		Envases madera		Envases madera (l/m2)	
			%		%		%		%		%		%
OB06	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,00	1%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	20%	0,22	20%	0,33	41%	0,30	41%
	Fachadas	-	0%	-	0%	0,08	13%	0,14	13%	0,18	23%	0,17	23%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,24	36%	0,39	36%	0,00	1%	0,00	1%
	Instalaciones	0,85	74%	1,14	74%	0,01	1%	0,02	1%	0,12	15%	0,11	15%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	11%	0,11	11%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	6%	0,07	6%	0,03	4%	0,03	4%
	Revestimientos	0,19	17%	0,26	17%	0,08	13%	0,14	13%	0,12	15%	0,11	15%
	Señalización y equipamiento	0,06	6%	0,09	6%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	0%	0,01	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,01	1%
	TOTAL	1,15	100%	1,53	100%	0,65	100%	1,09	100%	0,81	100%	0,73	100%
SUP. m2	30759,68	Envases papel		Envases papel		Envases plástico		Envases plástico		Envases madera		Envases madera	
			%		%		%		%		%		%
OB07	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,00	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	0,13	11%	0,22	13%	-	0%	-	0%	0,34	22%	0,31	22%
	Fachadas	0,00	0%	0,00	0%	0,06	14%	0,11	14%	0,88	57%	0,80	57%
	Particiones	0,01	1%	0,01	1%	0,19	42%	0,32	42%	0,00	0%	0,00	0%
	Instalaciones	0,77	64%	1,03	62%	0,01	2%	0,02	2%	0,11	7%	0,10	7%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	15%	0,11	15%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,03	2%	0,03	2%	0,05	10%	0,08	10%	0,03	2%	0,03	2%
	Revestimientos	0,26	22%	0,35	21%	0,08	18%	0,14	18%	0,18	11%	0,16	11%
	Señalización y equipamiento	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	TOTAL	1,20	100%	1,65	100%	0,46	100%	0,77	100%	1,55	100%	1,41	100%

SUP. m2		Envases papel cartón (kg/m2)	%	Envases papel cartón (l/m2)	%	Envases plástico (kg/m2)	%	Envases plástico (l/m2)	%	Envases madera	%	Envases madera (l/m2)	%
	36701,52												
OB08	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%
	Cimentaciones	0,05	5%	0,07	5%	0,01	3%	0,02	3%	0,01	1%	0,01	1%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	27%	0,21	27%	0,32	24%	0,29	24%
	Fachadas	0,00	0%	0,00	0%	0,05	12%	0,09	12%	0,76	56%	0,69	56%
	Particiones	0,01	1%	0,01	1%	0,09	19%	0,15	19%	0,00	0%	0,00	0%
	Instalaciones	0,70	70%	0,93	70%	0,01	2%	0,02	2%	0,11	8%	0,10	8%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,05	11%	0,08	11%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	8%	0,07	8%	0,03	2%	0,03	2%
	Revestimientos	0,16	16%	0,21	16%	0,09	18%	0,14	18%	0,11	8%	0,10	8%
	Señalización y equipamiento	0,05	5%	0,06	5%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,01	1%
	TOTAL	0,99	100%	1,32	100%	0,47	100%	0,79	100%	1,37	100%	1,24	100%

SUP. M2		Envases papel cartón (kg/m2)	%	Envases papel cartón (l/m2)	%	Envases plástico (kg/m2)	%	Envases plástico (l/m2)	%	Envases madera	%	Envases madera (l/m2)	%
	26621,36												
OB09	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	1%	0,00	1%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	19%	0,21	19%	0,32	34%	0,29	34%
	Fachadas	0,00	0%	0,00	0%	0,08	12%	0,13	12%	0,27	29%	0,24	29%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,24	36%	0,40	37%	0,01	1%	0,01	1%
	Instalaciones	0,95	75%	1,27	75%	0,01	2%	0,02	2%	0,15	16%	0,14	16%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	11%	0,12	11%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	2%	0,03	2%	0,04	6%	0,06	6%	0,03	3%	0,03	3%
	Revestimientos	0,20	16%	0,26	16%	0,10	14%	0,16	14%	0,13	14%	0,12	14%
	Señalización y equipamiento	0,07	6%	0,10	6%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	1%	0,01	1%	0,00	0%	0,00	0%	0,02	2%	0,01	2%
	TOTAL	1,27	100%	1,69	100%	0,66	100%	1,10	100%	0,93	100%	0,84	100%

SUP. M2	23569,01	Envases papel carton (kg/m2)		Envases papel carton (l/m2)		Envases plástico (kg/m2)		Envases plástico (l/m2)		Envases madera		Envases madera (l/m2)	
			%		%		%		%		%		%
OB010	Acondicionamiento del terreno	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,00	0%	0,01	0%	0,01	0%
	Cimentaciones	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Estructuras	-	0%	-	0%	0,13	27%	0,21	27%	0,32	15%	0,29	15%
	Fachadas	-	0%	-	0%	0,05	10%	0,08	10%	0,50	23%	0,45	23%
	Particiones	0,01	1%	0,02	1%	0,05	10%	0,08	10%	0,96	44%	0,87	44%
	Instalaciones	1,00	72%	1,34	72%	0,02	4%	0,03	4%	0,18	8%	0,16	8%
	Aislamientos e impermeabilizaciones	-	0%	-	0%	0,07	14%	0,11	14%	-	0%	-	0%
	Cubiertas	0,02	1%	0,03	1%	0,03	7%	0,06	7%	0,03	1%	0,02	1%
	Revestimientos	0,36	26%	0,48	26%	0,13	28%	0,22	28%	0,19	9%	0,17	9%
	Señalización y equipamiento	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
	Urbanización interior de la piscina	0,01	0%	0,01	0%	0,00	1%	0,00	1%	0,02	1%	0,02	1%
	TOTAL	1,40	100%	1,87	100%	0,48	100%	0,79	100%	2,20	100%	2,01	100%

(*) Las obras con recuadro vertical gris claro son de tabiquería seca, las gris oscuro de ladrillo.

14.4. Hoja de recogida de datos de capitulo de revestimientos para los distintos embalajes.

Plástico en Revestimientos (Kg)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	20,69	16,00	39,45	62,12	94,413	93,668	105,775	101,799	99,418
Chapados y aplacados	33,21	83,25	275,85	229,87	35,247	358,927	354,503	187,59	376,569
Escaleras	117,94	88,45	216,22	265,36	265,356	550,368	442,26	398,034	393,12
Pinturas par.Interior	68,59	70,08	129,62	226,43	300,028	341,223	381,474	322,138	304,735
Pinturas uso especif.	1,56	1,86	2,75	6,26	5,942	8,54	12,067	6,4	5,005
Conglomerados trad.	139,45	143,50	83,43	429,99	197,203	225,739	250,435	198,133	629,258
Sistemas monocapa	22,65	20,98	48,33	77,11	110,264	119,434	125,719	109,21	96,547
Suelos y pavimentos	146,51	142,09	307,94	504,29	699,174	191,272	841,652	704,692	661,725
Falsos techos	94,41	89,85	261,44	368,76	471,798	613,501	648,351	501,637	538,021
Total	644,99	656,06	1.364,44	2.170,19	2.179,49	2.502,67	3.162,24	2.529,63	3.104,40
Plástico en Revestimientos (l)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	34,48	26,66	65,75	103,53	157,355	156,114	176,291	169,665	165,697
Chapados y aplacados	55,35	138,77	459,75	383,11	58,247	598,211	590,838	312,65	627,616
Escaleras	196,56	147,42	360,36	442,26	442,26	917,28	737,1	663,39	655,2
Pinturas par.Interior	114,31	116,80	322,55	377,39	500,046	568,706	635,789	536,897	507,892
Pinturas uso especif.	2,33	2,80	3,86	9,40	8,913	12,809	18,1	9,6	7,508
Conglomerados trad.	229,70	236,05	138,41	707,95	326,971	373,608	413,564	328,301	1036,061
Sistemas monocapa	37,65	34,08	80,35	128,20	183,314	198,558	209,008	181,561	160,51
Suelos y pavimentos	243,25	235,95	511,39	837,77	1161,32	314,554	1397,505	1169,929	1098,663
Falsos techos	157,04	149,52	434,77	613,22	1229,855	1020,204	1078,156	834,183	894,997
Total	1.070,67	1.088,05	2.377,20	3.602,82	4.068,28	4.160,04	5.256,35	4.206,18	5.154,14
Cartón en Revestimientos (Kg)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	651,61	503,90	1.242,73	1.956,69	2974	2950,552	3331,902	3206,678	3131,674
Chapados y aplacados	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Escaleras	0,86	0,65	1,58	1,94	1,944	4,032	3,24	2,916	2,88
Pinturas par.Interior	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Pinturas uso especif.	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Conglomerados trad.	968,57	956,16	456,14	2.894,36	1062,753	1153,729	1194,865	1048,102	4346,03
Sistemas monocapa	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Suelos y pavimentos	133,45	127,95	406,31	481,00	679,097	3517,466	911,717	720,587	682,659
Falsos techos	49,33	37,34	156,53	223,74	286,259	372,237	393,381	304,364	276,165
Total	1.809,82	1.626,01	2.263,31	5.557,78	5.004,05	7.998,02	5.835,11	5.282,65	8.439,41
Cartón en Revestimientos (l)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	868,81	671,87	1.656,97	2.608,93	3965,333	3934,07	4442,535	4275,57	4175,566
Chapados y aplacados	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Escaleras	1,15	0,86	2,11	2,59	2,592	5,376	4,32	3,888	3,84
Pinturas par.Interior	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Pinturas uso especif.	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Conglomerados trad.	1.290,84	1.274,32	607,02	3.857,23	1414,278	1535,347	1590,09	1394,781	5792,196
Sistemas monocapa	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Suelos y pavimentos	178,12	170,88	542,30	642,15	906,394	4694,639	1216,635	961,652	911,555
Falsos techos	65,77	49,79	208,71	298,32	381,679	496,315	524,508	405,819	368,22
Total	2.404,68	2.167,72	3.017,12	7.409,28	6.670,28	10.665,75	7.778,09	7.041,71	11.751,38
Madera en Revestimientos (Kg)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	413,72	319,94	789,03	1.242,35	1888,254	1873,367	2115,493	2035,986	1988,365
Chapados y aplacados	17,73	44,45	147,29	122,74	18,82	191,649	189,287	100,164	201,069
Escaleras	16,20	12,15	29,70	36,45	36,45	75,6	60,75	54,675	54
Pinturas par.Interior	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Pinturas uso especif.	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Conglomerados trad.	224,04	221,18	105,26	669,46	245,251	266,245	275,738	241,87	1005,328
Sistemas monocapa	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Suelos y pavimentos	193,72	220,35	493,49	779,30	965,429	2904,95	1283,846	992,492	1182,26
Falsos techos	11,87	37,34	37,68	53,86	68,914	89,613	94,703	73,373	66,484
Total	877,29	855,40	1.602,66	2.404,16	3.223,12	5.401,42	4.019,82	3.468,56	4.497,51
Madera en Revestimientos (l)	OB01 + 02	OB03	OB04	OB05	OB06	OB07	OB08	OB09	OB10
Alicatados	375,79	290,61	716,71	1.128,46	1715,164	1701,641	1921,573	1849,354	1806,098
Chapados y aplacados	16,09	40,34	133,67	111,39	17,08	173,924	171,781	90,9	182,473
Escaleras	14,74	11,05	27,02	33,16	33,156	68,768	55,26	49,734	49,12
Pinturas par.Interior	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Pinturas uso especif.	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Conglomerados trad.	205,06	202,48	94,74	612,46	220,726	239,621	248,164	217,683	920,382
Sistemas monocapa	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Suelos y pavimentos	176,04	200,31	448,61	708,35	877,477	2643,264	1167,202	901,968	1074,739
Falsos techos	10,96	49,79	34,79	49,72	63,613	82,719	87,418	67,636	61,37
Total	798,68	794,58	1.455,52	2.643,54	2.927,72	4.909,94	3.651,40	3.177,28	4.094,18

14.5. Plan de Gestión de Residuos de OB06 realizado por ARPADA, S.A.

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

**154 VIVIENDAS LOCALES COMERCIALES, TRASTEROS
Y GARAJE PARCELAS A10-1 Y A10-2 DEL SECTOR PP-
03 "BUENAVISTA". GETAFE. (MADRID)**

OBJETO DEL PLAN

El Plan a desarrollar tiene por objeto establecer el marco de la gestión técnica de los residuos de Construcción y Demolición generados en la nueva construcción de 154 VIVIENDAS LOCALES COMERCIALES, TRASTEROS Y GARAJE PARCELAS A10-1 Y A10-2 DEL SECTOR PP-03 "BUENAVISTA". GETAFE. (MADRID), de acuerdo al Real Decreto 105/2008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, publicado en el B. O. E. núm. 38, de 13 de Febrero de 2008, B. O. E. 37/2008, con fecha de entrada en vigor 14 de Febrero de 2008. y de la ORDEN 2726/2009, de 16 de julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

SUPERFICIES DE PROYECTO

CONCEPTO	SUPERFICIE CONSTRUÍDA
Bajo Rasante	7,806.63 M ²
P. Baja Comercial	909.99 M ²
Viviendas	17,219.38 M ²
TOTAL SUPERFICIES	25,936.00 M²

INTRODUCCIÓN

El deterioro del Medio ambiente y en particular los cambios climáticos, obligan al conjunto de la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo provocan a una profunda reorientación de las pautas de producción y consumo. El Sector de la Construcción es uno de los principales contribuyentes al deterioro, y por ello es necesario dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas a lograr comportamientos menos perjudiciales y más solidarios con el Medio Ambiente.

Según informe de la Comisión Europea, la construcción consume un 50% más en peso de materias primas que cualquier otra industria (cemento, cerámicos, madera y acero). Los edificios que construimos consumen entre el 40 y 45 % de la demanda total de energía (calefacción, agua caliente e iluminación), y generamos entre el 40 y 50% de los residuos, la mayoría de los cuales son reciclables.

El problema fundamental de los residuos radica sobre todo en la huella ecológica que produce (superficie que se necesita para producir los recursos que se consumen y para absorber los desechos que se generan), y a grandes rasgos los podemos resumir en:

- Pérdida de suelo
- Contaminación de las aguas
- Contaminación atmosférica
- Degradación paisajística
- Transporte y tratamiento energía consumida
- Los residuos tienen dificultad para incorporarse a la naturaleza por:

- Cantidad
- Concentración
- Toxicidad

Existen distintos tipos de Residuos:

- Inertes (Tierras, escombros..)
- No peligrosos (madera, cartón, metales, vidrios...)
- Peligrosos (Aceites, lubricantes usados, filtros de aceite y de gasoil, pinturas, desencofrantes, tierras contaminadas, envases de sustancias peligrosas)
- Urbanos (basuras)

DEFINICIONES:

1.- RESIDUO: Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anexo de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán tal consideración aquellos que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos aprobado por las instituciones comunitarias.

No tendrán la consideración de residuos:

- Aquellos materiales, objetos o sustancias usados cuyo destino sea la reutilización, tal y como se define en la presente Ley.
- Aquellos materiales, objetos o sustancias que se obtienen en un proceso productivo del que no son el objeto principal, que pueden ser directamente utilizados como materia prima en el mismo u otro proceso productivo sin someterse a transformaciones previas. Estas sustancias presentan las mismas características que los obtenidos mediante procesos convencionales de los que son el objeto principal.
- Aquellos materiales, objetos o sustancias defectuosos generados en un proceso productivo que se reincorporan al mismo.
- Las tierras no contaminadas de excavación utilizadas para la restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.

2.- RESIDUOS URBANOS O MUNICIPALES

- Los residuos peligrosos y no peligrosos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios.
- Aquellos residuos industriales no peligrosos que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- Los residuos peligrosos y no peligrosos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes y áreas recreativas.
- Los animales de compañía muertos.
- Los residuos voluminosos, como muebles y enseres.

- Los vehículos abandonados.

3.- RESIDUOS INDUSTRIALES: aquellos que, siendo o no peligrosos, se generan en un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento de una instalación o actividad industrial.

4.- RESIDUOS PELIGROSOS:

- Aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada en la legislación estatal.
- Los que, sin estar incluidos en la lista citada, tengan tal consideración de conformidad con lo establecido en la normativa estatal.
- Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- Los recipientes y envases contaminados que hayan contenido residuos o sustancias peligrosas.

5.- RESIDUOS NO PELIGROSOS: aquellos no incluidos en la definición del apartado anterior

6.- RESIDUOS INERTES: aquellos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas.

7.- RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD): residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria.

8.- REUTILIZACIÓN: el empleo de un producto o material usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente sin necesidad de someterlo con carácter previo a ninguna de las operaciones que figuran en la lista de operaciones de valorización aprobada por las instituciones comunitarias.

A los efectos de esta Ley, la reutilización no se considera una operación de gestión de residuos.

9.- TRATAMIENTO: procedimiento dirigido a modificar la composición o las propiedades físico-químicas de un residuo. A los efectos de depósito en vertedero, se considera tratamiento cualquier proceso mecánico, físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que

tenga por objeto facilitar la manipulación del residuo, reducir su volumen, reducir su peligrosidad o modificar sus propiedades con carácter previo al vertido

10.- RECICLADO: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.

11.- VALORIZACIÓN: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, que deberá llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente. En todo caso, estarán incluidos en este concepto los procedimientos así definidos en la lista de operaciones de valorización aprobada por las instituciones comunitarias o por el Gobierno.

12.- ELIMINACIÓN: operaciones dirigidas al vertido de los residuos, a su destrucción total o parcial. Estas operaciones habrán de llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente. En todo caso, estarán incluidas en este concepto las operaciones enumeradas en la lista aprobada por las instituciones comunitarias o por el Gobierno.

13.- RECOGIDA: toda operación consistente en clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

14.- ALMACENAMIENTO: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores. No se incluye en este concepto el depósito temporal de residuos en las instalaciones de producción con los mismos fines y por períodos de tiempo inferiores a los señalados en el párrafo anterior, o los superiores que hayan sido previamente autorizados por la Consejería competente en materia de medio ambiente.

Por medio de la Memoria, Presupuesto y Planos se definen los puntos principales de la Gestión:

- 1.- Identificación de los Residuos a Generar
- 2.- Estimación de su cantidad
- 3.- Medidas para la prevención de residuos
- 4.- Precisión de operaciones de reutilización, valorización o eliminación
- 5.- Medidas de segregación "In situ"
- 6.- Destino previsto de los Residuos
- 7.- Valoración del coste previsto para la gestión de los RCD

MEMORIA

La descarga incontrolada de residuos puede conllevar riesgos potenciales para el Hombre y el Medio Ambiente: contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, contaminación del suelo, deterioro o desaparición de la flora, desplazamiento de la fauna, deterioro de valores estéticos y recreativos del medio, ocupación de terrenos e inutilización para usos alternativos, proliferación de determinadas especies que actúan como portadores de enfermedades, riesgos para la seguridad derivados de la posible auto ignición o explosión, contaminación atmosférica y malos olores. En cualquier caso, queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos en todo el territorio nacional y toda mezcla o dilución de residuos que dificulte su gestión según el Artículo 12, punto 2, de la Ley 10/1998, de 21 de Abril de Residuos.

Con motivo de la futura construcción de **154 VIVIENDAS LOCALES COMERCIALES, TRASTEROS Y GARAJE PARCELAS A10-1 Y A10-2 DEL SECTOR PP-03 "BUENAVISTA". GETAFE. (MADRID)**, y ante la problemática generada por el origen y destino de sus Residuos de Construcción y Demolición, así como para cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 150 /2008 de de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, publicado en el B. O. E. número 38, de 13 de Febrero de 2008. se redacta su Plan de Gestión.

La duración de las Obras de Nueva Construcción se estima en 18 meses, siendo este mismo tiempo el considerado que deberá estar en funcionamiento el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. El Plan se mantendrá en obra permanentemente actualizado, para recoger las posibles modificaciones que se produzcan y para, teniendo en cuenta las desviaciones que puedan ocurrir, tomar las acciones que permitan asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas marcados.

El volumen de los Residuos previsto es de:

- Tierras procedentes de la excavación:

42,000 M³

- Residuos de construcción y Demolición:

3.112.3 Tn

- El Presente Plan tiene por objeto el definir, justificar y presupuestar las Operaciones de Valorización y eliminación de Residuos codificados según la Lista Europea de Residuos de acuerdo a la Orden MAM/304/2002 de 8 de Febrero del Ministerio de Medio Ambiente, así como para obtener la correspondiente autorización de los Organismos oficiales para su implantación y puesta en marcha.

Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, se define, según la Directiva 75/442/CEE, "la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como la vigilancia de los lugares de descarga después de su cierre", si bien la vigilancia de estas operaciones y la de los lugares de descarga después de su cierre serán competencia de los organismos Oficiales.

En el Real Decreto 105/2008 se define

-Productor: La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición

-Poseedor: de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena (Art. 2.f).

A fin de garantizar la recogida, el transporte, la valorización y eliminación de los Residuos se adoptan y desarrollan las siguientes medidas según Artículo 5 del Real Decreto 05/2008 de 1 de Febrero.

- a.- Identificación de los Residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de Febrero, o sus modificaciones posteriores.
- b.- Estimación de la cantidad de cada tipo de Residuo que generará la Obra.
- c.- Medidas de segregación "In situ"
- d.- Precisión de operaciones de reutilización, valorización o eliminación
- e.- f.- Destino previsto de los Residuos
- f.- Valoración del coste previsto para la gestión de los R.C.D.
- g.- Prescripciones a incluir en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.
- h.- Medidas para la prevención de residuos

A.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Prevía identificación de los Residuos a generar, el poseedor de los residuos (Contratista Principal) tomará las medidas adecuadas para fomentar la prevención o la reducción de los residuos a generar, en definitiva **minimizar su generación**, mediante el desarrollo e implantación de tecnologías limpias y que permitan un ahorro mayor de recursos naturales, así como, una óptima gestión de los pedidos de materiales para construcción que eviten excedentes cuyo destino final sea el vertedero. Con el mismo objeto procederá a la sensibilización, formación e información del personal de obra.

Los Residuos se clasifican por sus características y consideraciones legales en: Residuos Sólidos Urbanos y asimilables (R.S.U.), Residuos Inertes, Residuos Peligrosos (RP), Residuos Mineros, Residuos Explosivos y Residuos Radiactivos. Se definen como Residuos de Construcción y Demolición los residuos de naturaleza fundamentalmente inertes generados durante la ejecución de **154 VIVIENDAS LOCALES COMERCIALES, TRASTEROS Y GARAJE PARCELAS A10-1 Y A10-2 DEL SECTOR PP-03 "BUENAVISTA". GETAFE. (MADRID)**, y su identificación codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos

Capítulo 17: Lista Europea de Residuos. Residuos de Construcción y Demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos

17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas
17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificaciones en el código 17 01 06
17 02	Madera, vidrio y plástico
17 02 01	Madera
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plástico
17 02 04*	Madera, vidrio y plástico que contienen sustancias peligrosas o estén contenidos por ellas
17 04	Metales incluidas sus aleaciones
17 04 01	Cobre, bronce, latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaño
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 01 10
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias pelifgrosas
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de las especificadas en el código 17 05 05
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto de los especificados en el código 17 05 07
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03
17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto
17 08	Materiales de construcción a partir de yeso

ANEXOS

17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
17 09	Otros Residuos de Construcción y Demolición
17 09 01*	Residuos de Construcción y Demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de Construcción y Demolición que contienen PCB (ej. Sellanes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB.
17 09 03*	Otros Residuos de Construcción y Demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 02 y 17 09 03
*	Los grupos marcados con asterisco se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos

Los Residuos Peligrosos generados en la Ejecución de la Obra los gestiona directamente el Contratista Principal (ARPADA S. A.), que está dado de alta en la Comunidad de Madrid como Productor de Residuos Peligrosos con la Autorización número **A-28/328441/MD/11/04121**, otorgada por al Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio el 24 de Junio de 2005. La obra dispone se encuentra dada de alta como Centro de Productor en el Servicio de Residuos de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid. El Centro de Trabajo dispone de recipientes estancos, protegidos de la lluvia y el sol, colocados sobre una solera de hormigón para evitar contaminación del suelo, y con etiquetas identificativas con el código del residuo y el pictograma del riesgo asociado según RD 833/88 y el RD 952/97.

Los Residuos peligrosos, estarán almacenados como máximo 6 meses, siempre separados y diferenciados. La recogida la realizará el Gestor Autorizado de la Comunidad de Madrid, **ALANSU S. L.** Con número de autorización **TR / MD / 26**, que entregará al Departamento de Calidad y Medio Ambiente de ARPADA S. A. , cada vez que se realiza una retirada de Residuos Peligrosos una copia de la aceptación de los Residuos retirados y copia de DOCUMENTO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS expedido por la Comunidad de Madrid.

ARPADA S. A. Como contratista principal, indica en el contrato las consideraciones que han de seguirse para el tratamiento en la obra de los Residuos generados por las subcontratas, por medio de las Especificaciones Técnicas de Compras.

El acopio y retirada de los Residuos Sólidos Urbanos, procedentes de los comedores de los trabajadores fundamentalmente, deben realizarse en la condiciones que marque el Ayuntamiento, solicitando a la Junta de Distrito correspondiente la recogida diaria de los R.S.U., llevando su generación y acopio una vía claramente diferenciada para no mezclarse con los demás residuos generados en la obra.

B.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO

CÓDIGO RESIDUO	TIPO DE RESIDUOS Y DE CONTENEDOR	CAPACIDAD DEL CONTENEDOR	TONELADAS
17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos (Contenedor metálico)	6 m3	2,552.1
17 02 01	Madera (Contenedor metálico)	30 m3	186.7
17 02 03	Plástico (contenedor metálico)	1 m3	62.3
17 04 07	Metales mezclados (Contenedor metálico)	6 m3	108.9
17 06 04	Materiales de aislamiento (Contenedor metálico)	6 m3	12.4
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso (Contenedor metálico)	22 m3	168.1
	Potencialmente Peligrosos	1 m3	3.2
20 01 01	Papel y Cartón	1 m3	12.4
17 02 02	Vidrio (contenedor metálico)	1 m3	6.2

C.- MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS**1.- Almacenamiento**

Salvo el residuo 17 05 04 (Tierras y piedras no contaminadas) que se retirará directamente sobre camiones a vertedero autorizado, ó si hubiese otra obra en las proximidades que necesitase de dicho material para su uso como relleno, el resto de los residuos se almacenará en contenedores metálicos específicos ubicados de acuerdo con las ordenanzas municipales, sacos industriales o cualquier otro tipo de recipiente, elementos de contención o recipientes flexibles, reciclables, con una capacidad inferior o igual a 1 metro cúbico.

Todos ellos se suministrarán por empresas autorizadas por la Comunidad de Madrid para el transporte de residuos hasta Vertedero o Centro de Transferencia si este fuese su destino final. Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen por su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro. En los contenedores debe figurar, en forma visible y legible, la siguiente información:

- Razón Social, CIF y teléfono del titular del contenedor o envase
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos, creado en el artículo 43 de la Ley 5/2003, de 20 de Marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, titular del contenedor o envase.

ARPADA S. A. Adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la Obra a la que presta servicio.

En la Obra se dispondrá de material absorbente (serrín y arena) para contener y recoger los derrames de residuos y productos líquidos peligrosos que puedan producirse (gasóleo, disolventes..), en la Obra se dispondrá de un contenedor para el almacenamiento y posterior Gestión de esos residuos peligrosos.

La madera procedente de encofrados, cimbras, etc., se llevará a los contenedores metálicos homologados situados en el perímetro de la parcela exclusivamente para su uso, para posterior traslado a la planta de reciclaje específica.

Los residuos del mismo tipo deben almacenarse en los mismos contenedores, ya que se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior gestión

2.- Especificaciones Técnicas de Compras

ARPADA S. A., incluye en los contratos con los proveedores y subcontratistas que puedan generar Residuos de Construcción y Demolición, cláusulas para que:

- Se utilicen las protecciones adecuadas durante el transporte de los materiales para evitar roturas
- Se utilización de envases retornables, reutilizables o reciclables en las compras de materiales.
- Solicitar materiales con las dimensiones más adecuada a su colocación para evitar recortes sobrantes
- Proteger los materiales adecuadamente para evitar roturas
- Existencia del plan de Gestión de los Residuos de construcción y Demolición

3.- Clasificación, selección

Dentro del recinto de la obra se establecerán dos áreas claramente diferenciadas, una de ellas para el acopio de los Residuos de Construcción y Demolición inertes y en otra, para el acopio de los Residuos Peligrosos.

Los contenedores se identificarán claramente por residuos, habrá tantos contenedores como residuos identificados en el apartado anterior de la presente memoria. No mezclando nunca residuos que tengan contenedores diferenciados.

A todas las empresas subcontratistas y proveedores se les entrega al momento de firmar el contrato un MANUAL DE BUENAS PRACTICAS AMBIENTALES donde se les informa de la correcta gestión de los Residuos

Se informará a todo el personal de Obra sobre:

- Existencia de un Plan de Gestión de Residuos que incluye la presencia de distintos contenedores y recipientes en Obra para la recogida de los distintos residuos generados como consecuencia de la actividad que desarrollan
- La manipulación de los distintos residuos según se especifica en el punto G de la presente memoria
- Prohibición de mezclar los residuos
- Tratamiento de los Residuos Peligrosos

-
- La necesidad de limpieza y orden en las zonas de acopio de residuos en particular, en toda la Obra en general.

Al finalizar las labores de limpieza los residuos amontonados se clasificarán atendiendo a los criterios de identificación de los mismos, procediendo a su traslado en ganetas, carretillas, tolvas de descarga, ..., hasta los contenedores y recipientes mencionados y con posterioridad servirán para su traslado por Gestor Autorizado.

Se adecuará una zona de limpieza de los camiones hormigonera una vez realizada la descarga del hormigón, en esta misma zona se procederá al vertido del hormigón sobrante. Una vez fraguado el hormigón se depositará en el contenedor destinado a mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.

D.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Ó ELIMINACIÓN

a.- Reutilización: Los residuos considerados inertes que reúnan, por su composición o calidad, características adecuadas según los criterios del Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto de Ejecución, y a decisión de la Dirección Facultativa de la Obra, se podrán emplear como material de relleno para la propia obra o para otras próximas. En el caso de que el destino final para su reutilización fuese un emplazamiento externo, el Contratista Principal comunicará al ayuntamiento correspondiente el destino previsto.

La madera de Obra procedente de los Palés de transporte de los materiales se incluyen en un Objetivo ambiental de ARPADA S.A. consistente en la separación por proveedor y su devolución para su reutilización.

En el caso de demolición y limpieza, y antes de proceder a la misma, se determinarán los materiales susceptibles de ser recuperados (clavos, piezas cerámicas enteras o trozos de las mismas que puedan ser empleados, maderas ...), se realizará la retirada de los mismos y su correspondiente acopio para una posterior utilización.

En otras actividades, los materiales sobrantes tales como despuntes de las armaduras, restos de tuberías y metales en general que pudiesen tener un valor directo inmediato, se separarán y acopiarán para su reutilización y venta posterior.

b.- Valorización: En principio no hay prevista ninguna operación de valoración "in situ" de los residuos generados

E.- DESTINO PREVISTO DE LOS RESÍDUOS

Los residuos considerados inertes que no reúnan, por su composición o calidad, características adecuadas para su reutilización ni valorización "in situ", tendrán 2 posibles destinos:

- 1.- Vertederos Autorizados
- 2.- Cesión a empresas autorizadas para su reciclado

A continuación se relacionan las cantidades de residuos previstas no reutilizables ni valorizables "in situ", así como la empresa transportista y destino previsto

ANEXOS

CÓDIGO RESIDUO	TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD TOTAL TN	EMPRESA TRANSPORTISTA	DESTINO PREVISTO
17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	2,552.1	MACOTRAN S. L.	VERTEDERO
17 02 01	Madera	186.7	MACOTRAN S. L.	GESTOR RECICLADO
17 02 03	Plástico	62.3	MACOTRAN S. A.	GESTOR RECICLADO
17 04 07	Metales mezclados	108.9	RECUERACIONES MANUEL GRUESO S.L.	GESTOR RECICLADO
17 06 04	Materiales de aislamiento	12.4	MACOTRAN S. L.	VERTEDERO
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	168.1	MACOTRAN S. L.	VERTEDERO
20 01 01	Papel y Cartón	12.4	DIVICONFE S. L.	GESTOR RECICLADO
17 02 02	Vidrio	6.2	MACOTRAN S. L.	GESTOR RECICLADO

Se pedirá a las empresas adjudicatarias del transporte de los Residuos un certificado de retirada de los Residuos de Construcción y demolición emitido por el Vertedero autorizado de destino.

Para las Tierras retiradas se pedirá un Certificado donde especifique el destino final del material, o bien el Vertedero autorizado correspondiente, o el dueño del terreno u obra a la que han ido destinadas las tierras retiradas.

F.- VALORACIÓN DEL COSTE

CÓDIGO RESIDUO	TIPO DE RESIDUOS	CANTIDAD TOTAL TN	EMPRESA TRANSPORTISTA	COSTE
17 01 07	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	2,552.1	MACOTRAN S. L.	51,042
17 02 01	Madera	186.7	MACOTRAN S. L.	3,734
17 02 03	Plástico	62.3	MACOTRAN S. A.	1,246
17 04 07	Metales mezclados	108.9	RECUERACIONES MANUEL GRUESO S.L.	0
17 06 04	Materiales de aislamiento	12.4	MACOTRAN S. L.	248
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	168.1	MACOTRAN S. L.	3,362
20 01 01	Papel y Cartón	12.4	DIVICONFE S. L.	248
17 02 02	Vidrio	6.2	MACOTRAN S. L.	120

El coste Total de la Gestión de los Residuos de Tipo II en la Obra (sin incluir los Residuos Peligrosos es de 60,000 €

G.- PRESCRIPCIONES A SEGUIR EN EL DESARROLLO DE LA OBRA**a.- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza**

Un buen estado de orden supone una organización y planificación de las actividades a ejecutar en la obra. Para ello debieran tenerse en cuenta los medios y materiales a emplear, así como los productos necesarios para la ejecución de las actividades previstas. Esto implica:

- Clasificar los materiales y equipos a utilizar
- Almacenar fuera del área de trabajo el material innecesario.

Un buen estado de limpieza conlleva el acopio, retirada y transporte del material sobrante. A este fin se recomienda la realización de limpiezas periódicas, la acumulación del material de deshecho en lugares adecuados y la eliminación del mismo lo antes posible según Plan de Gestión de Residuos de Construcción y demolición. Todo ello aplicado a las distintas fases, tareas y operaciones.

b.- Elección del emplazamiento de los Residuos

Para elegir el emplazamiento de los residuos se tendrá en cuenta las vías de circulación tanto de peatones como de vehículos y maquinaria, de modo que se garantice el tránsito seguro a través de ellas. En caso necesario, dichas vías se delimitarán para facilitar la circulación por éstas mediante la instalación de vallas, barreras de seguridad rígidas y portátiles etc.

Del mismo modo se preverán los medios necesarios para el acceso desde las vías antes citadas al emplazamiento de los residuos.

c.- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de residuos peligrosos.

La recogida de los residuos peligrosos se realizará por parte de un Gestor Autorizado, habiendo dado de alta a la obra en el Registro de la Comunidad de Madrid de Productores de Residuos Peligrosos (Consejería de Medio Ambiente, servicio de Residuos).

El acopio de los Residuos Peligrosos en la Obra se realizará según las Especificaciones marcadas en el Plan Integrado de Calidad y Medio Ambiente de la Obra, almacenándose cada residuos por separado e identificado con el código del residuo, la naturaleza de los riesgos; el Código L. E. R.; así como los datos de la empresa: (código del titular, nombre, dirección, fecha de envasado y GESTOR).

ARPADA dispone de una caseta de almacenamiento temporal de los Residuos Peligrosos en la Obra, que cumple todos los requisitos indicados en el Real Decreto 833/1988 y la Ley 10/98 de Residuos, llamada ISLA ECOLÓGICA.

d.- Recogida de los Residuos Peligrosos

La recogida de los residuos peligrosos generados en la obra se realizará de acuerdo con la legislación específica de Residuos Peligrosos, (Ley 5 / 2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid, Real Decreto 833/1988 y la Ley 10/98 de Residuos)

La recogida de los contenedores se realizará por parte de un Gestor Autorizado (ALANSU S. L.), dentro de los 6 meses de almacenamiento en la obra.

Departamento de Calidad Y Medio Ambiente

ARPADA S. A.

14.6. Plan de Gestión de Residuos de OB06 generado con el software de CYPE Ingenieros.

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

ÍNDICE

1.- CONTENIDO DEL DOCUMENTO	335
2.- AGENTES INTERVINIENTES	335
2.1.- Identificación	335
2.1.1.- Productor de residuos (Promotor)	335
2.1.2.- Poseedor de residuos (Constructor)	335
2.1.3.- Gestor de residuos	336
2.2.- Obligaciones	336
2.2.1.- Productor de residuos (Promotor)	336
2.2.2.- Poseedor de residuos (Constructor)	337
2.2.3.- Gestor de residuos	337
3.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	338
4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.	341
5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	341
6.- MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO	345
7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA	346
8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA	347
9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	348
10.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.	349
11.- DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA	349
12.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	350

1.- CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En el cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2.- AGENTES INTERVINIENTES

2.1.- Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto Vivienda plurifamiliar aislada, situado en .

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	
Proyectista	
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 12.990.774,82€.

2.1.1.- Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:



2.1.2.- Poseedor de residuos (Constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.1.3.- Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

2.2.- Obligaciones

2.2.1.- Productor de residuos (Promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

2.2.2.- Poseedor de residuos (Constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.2.3.- Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas



y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la legislación vigente en materia de residuos, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006

Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.

B.O.E.: 12 de julio de 2001

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002

Modificado por:

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:



Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

B.O.E.: 26 de febrero de 2009

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

Ley de residuos de la Comunidad de Madrid

Ley 5/2003, de 20 de marzo, de la Presidencia de la Comunidad de Madrid.

B.O.E.: 29 de mayo de 2003

Desarrollada por:

Orden por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid

Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio.

B.O.C.M.: 7 de agosto de 2009

Ley del Impuesto sobre Depósito de Residuos

Ley 6/2003, de 20 de marzo, de la Presidencia de la Comunidad de Madrid.

B.O.E.: 29 de mayo de 2003

GC GESTIÓN DE RESIDUOS | CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002

Corrección de errores:

Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero

B.O.E.: 12 de marzo de 2002

4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	
RCD de Nivel I	
1	Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II	
RCD de naturaleza no pétreo	
1	Asfalto
2	Madera
3	Metales (incluidas sus aleaciones)
4	Papel y cartón
5	Plástico
6	Vidrio
7	Yeso
8	Basuras
RCD de naturaleza pétreo	
1	Arena, grava y otros áridos
2	Hormigón
3	Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4	Piedra
RCD potencialmente peligrosos	
1	Otros

5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

Producido por una versión educativa de CYPE



Proyecto
Situación
Promotor

Fecha

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	1,62	47.166,255	29.106,175
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	2,489	2,489
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	55,022	50,020
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,655	1,092
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,466	0,311
Aluminio.	17 04 02	1,50	0,038	0,025
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	70,156	33,408
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,240	0,160
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	29,820	39,760
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	21,628	36,047
6 Vidrio				
Vidrio.	17 02 02	1,00	0,581	0,581
7 Yeso				
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	101,512	101,512
8 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	6,680	11,133
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	7,330	4,887
Residuos biodegradables.	20 02 01	1,50	77,919	51,946
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	1,50	77,919	51,946
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				

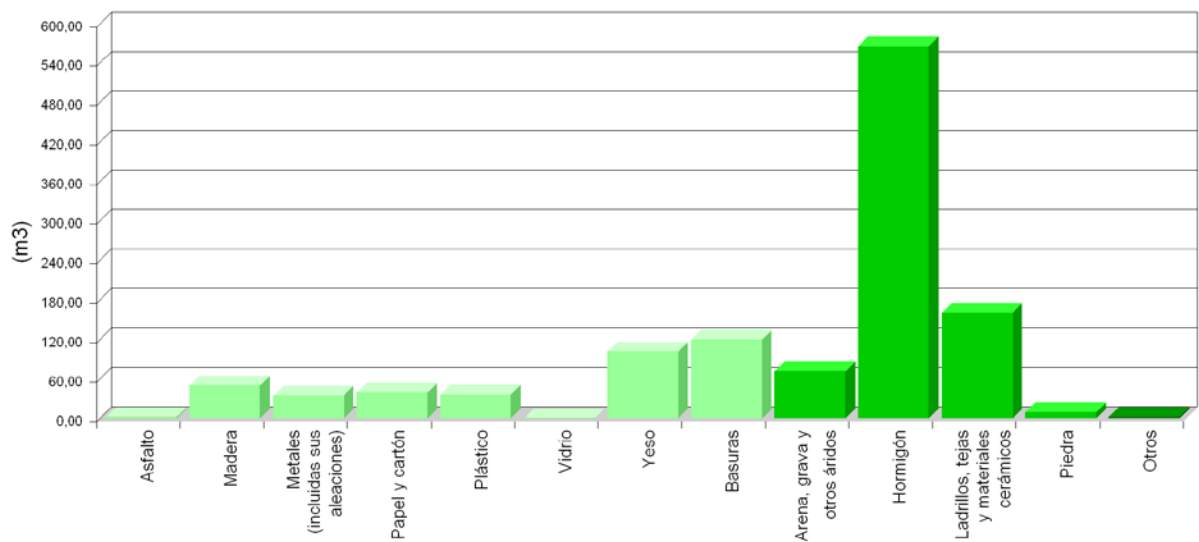
Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m³)	Peso (t)	Volumen (m³)
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,51	102,439	67,840
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	6,652	4,158
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	848,219	565,479
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	122,012	97,610
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	61,079	48,863
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	1,25	17,718	14,174
4 Piedra				
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	14,918	9,945
RCD potencialmente peligrosos				
1 Otros				
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	1,963	2,181

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

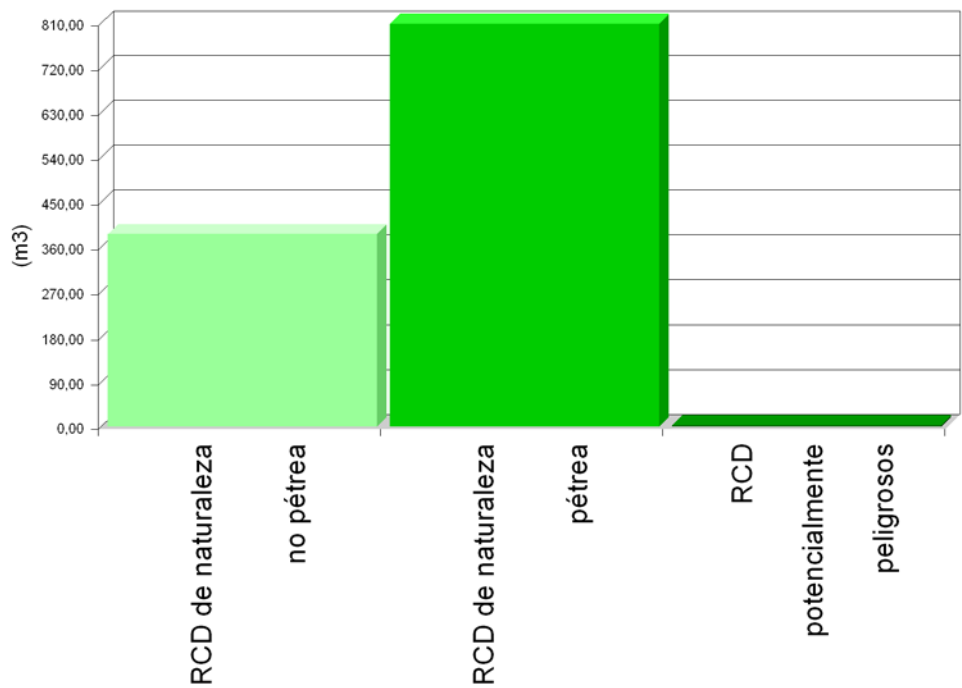
Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m³)
RCD de Nivel I		
1 Tierras y pétreos de la excavación	47.166,255	29.106,175
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	2,489	2,489
2 Madera	55,022	50,020
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	71,555	34,995
4 Papel y cartón	29,820	39,760
5 Plástico	21,628	36,047
6 Vidrio	0,581	0,581
7 Yeso	101,512	101,512
8 Basuras	169,848	119,912
RCD de naturaleza pétreo		
1 Arena, grava y otros áridos	109,091	71,998
2 Hormigón	848,219	565,479
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	200,809	160,647
4 Piedra	14,918	9,945
RCD potencialmente peligrosos		
1 Otros	1,963	2,181

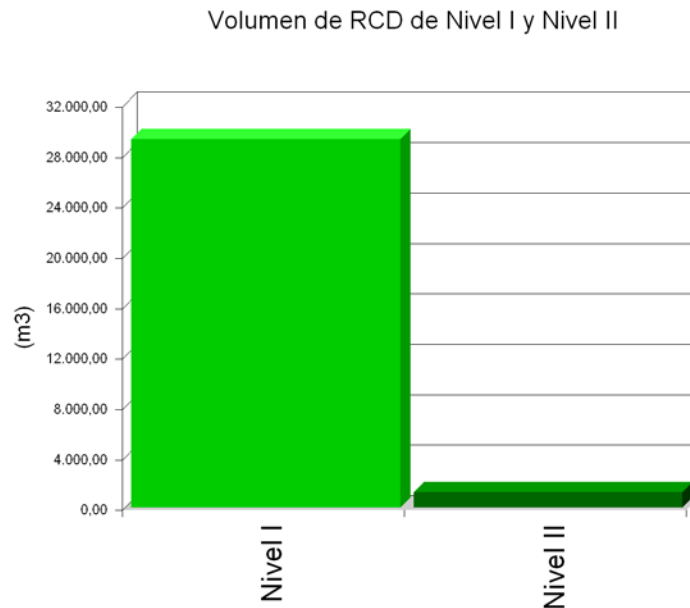


Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel II





6.- MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.



En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
RCD de Nivel I					
1 Tierras y pétreos de la excavación					
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	47.166,255	29.106,175
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	179,839	112,399
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	2,489	2,489
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	55,022	50,020
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,655	1,092
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,466	0,311
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,038	0,025
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	70,156	33,408
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,240	0,160

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	29,820	39,760
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	21,628	36,047
6 Vidrio					
Vidrio.	17 02 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,581	0,581
7 Yeso					
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	101,512	101,512
8 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	6,680	11,133
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	7,330	4,887
Residuos biodegradables.	20 02 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	77,919	51,946
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	77,919	51,946
RCD de naturaleza pétreo					
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	102,439	67,840
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	6,652	4,158
2 Hormigón					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	848,219	565,479
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	122,012	97,610
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	61,079	48,863
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	17,718	14,174
4 Piedra					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	14,918	9,945
RCD potencialmente peligrosos					
1 Otros					
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	1,963	2,181
Notas: RCD: Residuos de construcción y demolición RSU: Residuos sólidos urbanos RNPs: Residuos no peligrosos RPs: Residuos peligrosos					

8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.



En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	848,219	80,00	OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	200,809	40,00	OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	71,555	2,00	OBLIGATORIA
Madera	55,022	1,00	OBLIGATORIA
Vidrio	0,581	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	21,628	0,50	OBLIGATORIA
Papel y cartón	29,820	0,50	OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.

10.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Código	Subcapítulo	TOTAL (€)
GT	Transporte de tierras	110.319,76
GR	Transporte de residuos inertes	27.670,36
	TOTAL	137.990,12

11.- DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³

- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 13.50 €/m³

- Importe mínimo de la fianza: 40.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.

- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.



Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):

12.990.774,82€

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA

Tipología	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	29.106,18	4,00		
Total Nivel I			60.000,00 ⁽¹⁾	0,46
A.2. RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza pétreo	808,07	13,50		
RCD de naturaleza no pétreo	385,32	13,50		
RCD potencialmente peligrosos	2,18	13,50		
Total Nivel II			25.981,55 ⁽²⁾	0,20
Total			85.981,55	0,66

Notas:

⁽¹⁾ Entre 40,00€ y 60.000,00€.

⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.

B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN

Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	19.486,16	0,15

TOTAL:

105.467,71€

0,81

12.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, se adjuntan al presente estudio.

En los planos, se especifica la ubicación de:

- Las bajantes de escombros.
- Los acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD.
- Los contenedores para residuos urbanos.
- Las zonas para lavado de canaletas o cubetas de hormigón.
- Los materiales reciclados, como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar.
- El almacenamiento de los residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos, si los hubiere.

Estos PLANOS podrán ser objeto de adaptación al proceso de ejecución, organización y control de la obra, así como a las características particulares de la misma, siempre previa comunicación y aceptación por parte del Director de Obra y del Director de la Ejecución de la Obra.

En

EL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

14.7. Documentación de formación a subcontratistas, U.T.E. Centro Botín.

ENCARGADO GENERAL


¿DÓNDE PONGO LOS RESIDUOS?		
NO PELIGROSOS	CONTENEDOR PRINCIPAL	En caso de no existir contenedor principal:
<ul style="list-style-type: none"> - Bovedillas plásticas - Plásticos provenientes de bidones, lonas de protección, restos de embalajes, materiales aislantes de polietileno (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), tubos, canaletas, bandejas de instalaciones, films de paletizado, restos de esquineros y crucetas, botellas/garrafas y otros plásticos 	PLÁSTICOS PLÁSTICOS	COMÚN COMÚN

Figura 72. Formación de encargados: instrucciones para desechar plásticos.

ENCARGADO GENERAL


¿DÓNDE PONGO LOS RESIDUOS?		
NO PELIGROSOS	CONTENEDOR PRINCIPAL	En caso de no existir contenedor principal:
<ul style="list-style-type: none"> - Sacos de cemento, hormigón seco, mortero, yeso y otras pastas... - Papel-Cartón proveniente de embalajes, cintas adhesivas, núcleos de bobinas, empaquetado, etc. 	PAPEL-CARTÓN PAPEL-CARTÓN	COMÚN COMÚN

Figura 73. Formación de encargados: instrucciones para desechar papel y cartón.

ENCARGADO GENERAL

¿DÓNDE PONGO LOS RESIDUOS?

NO PELIGROSOS	CONTENEDOR PRINCIPAL	En caso de no existir contenedor principal:
<p>- Maderas provenientes de restos de corte, restos de tablonés, tablonés rotos, pallets no retornables, serrín, núcleos de bobinas de cable, etc.</p> 	MADERA	COMÚN
<p>- Vidrios de ventanas</p>	VIDRIO PLANO	COMÚN

Figura 74. Formación de encargados: instrucciones para desechar maderas.

TIPO DE RESIDUOS	¿CÓMO LOS IDENTIFICO?	¿DÓNDE LOS DEPOSITO?
NO PELIGROSOS	<ul style="list-style-type: none"> RESTOS DE MADERA: Palets, tablas, otros restos de madera. PAPEL Y CARTÓN: Envases de cartón, embalajes de papel, etc. PLÁSTICOS: Embalajes de plástico. RESTOS METÁLICOS: Chatarra. 	<p>En los contenedores grandes que se encuentran identificados con carteles. (MIRAR CARTELES ANTES DE DEPOSITAR RESIDUOS)</p> 

Figura 75. Formación básica de personal: instrucciones para desechar REEC.

14.8. Reportaje fotográfico de Mejores Prácticas en Gestión de Residuos, Obra Centro Botín.



Figura 76. Zona de acopios señalizada, contigua a punto de recogida de residuos de cartón y plásticos en obra Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.



Figura 77. Detalle de señalización de punto de recogida de papel y cartón, Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.



Figura 78. Detalle de señalización de punto de recogida de plástico, Centro Botín. Tomada el 15 de noviembre de 2013.

14.9. Modelo de Certificado para Obras de Edificación

MODELO DE CERTIFICADO PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN GRUPO C (completo) y SUBGRUPOS 1 a 9 (individualmente)

D., Arquitecto o Ingeniero (1)
Director de las obras de (2), situadas en el término de
....., provincia de
....., ejecutadas para

CERTIFICO

1º Que la empresa contratista (3) de las referidas obras, comenzó su ejecución en de y las terminó en de, habiéndolas ejecutado con arreglo a condiciones y a satisfacción del que suscribe.

2º El importe total, sin I.V.A., de las obras que comprende el proyecto completo (4) ascendió a euros, de los que euros fueron ejecutados en, euros en, euros en

3º Las obras mencionadas consistieron en (5)

IMPORTES ANUALES

TIPOS GENERALES

C-1	Demoliciones
C-2	Estructuras de fábrica u hormigón.....
C-3	Estructuras metálicas
C-4	Albañilería, revocos y revestidos
C-5	Cantería y marmolería
C-6	Pavimentos, solados y alicatados
C-7	Aislamientos e impermeabilizaciones
C-8	Carpintería de madera
C-9	Carpintería metálica

Suma parcial

4º El proyecto comprendía, además de las obras relacionadas en el apartado anterior, la ejecución de otras obras, así como instalaciones, correspondientes a otros subgrupos, cuyos importes de realización fueron euros en, euros en, euros en

Y para que conste, a petición del interesado y a los efectos de la clasificación de contratistas, expido el presente certificado en a de de

Sello y VºBº de la entidad contratante

Firma del técnico titulado

NOTAS ACLARATORIAS

- (1) Indicar titulación, nº de colegiado y Colegio donde esté inscrito o bien cargo y Organismo al que esté adscrito.
- (2) Se indicará título completo del proyecto.
- (3) Si es subcontratista, indicarlo y mencionar, en el encabezamiento, quién es el contratista.
- (4) Se incluirán, en su caso, modificados, revisiones de precios y liquidación.
- (5) Indicar los m² construidos y el número de plantas. En reformas o rehabilitaciones m² sobre los que se actúa.

14.10. Certificado de participación: Grupo de Trabajo RESIDUOS, BREEAM ES

BREEAM® ES

Estándar en Construcción Sostenible
www.breeam.es
www.breeam.org

Certificado de Participación Grupos de Trabajo BREEAM ES Nueva Construcción

BREEAM España certifica que

Natalia González Pericot

Ha participado en:

Grupo de Trabajo de Residuos



Carlos Calvo Orosa
Gerente ITG



Óscar Martínez Lamigueiro
Director BREEAM España

10 de junio de 2014
Fecha

BREEAM España
PO.CO.MA.CO Sector I, P. 5. 15005 - A Coruña
Tel. 902 702 061 Fax. 981 173 223
breeam@breeam.es


instituto
tecnológico
de galicia


NATIONAL
SCHEME OPERATOR
greenbooklive.com
Licence Number
IC-ES-01

